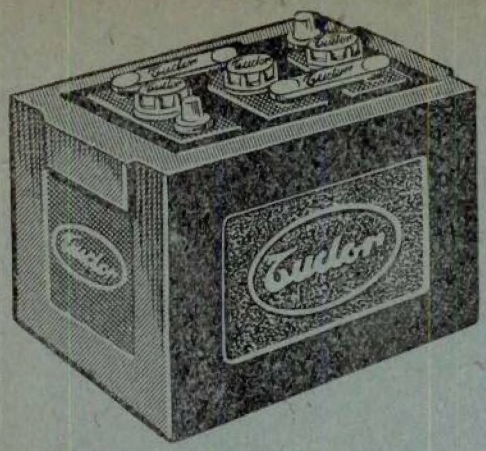
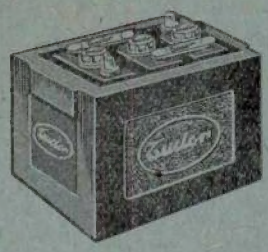




BATERIAS

PILHAS SECAS

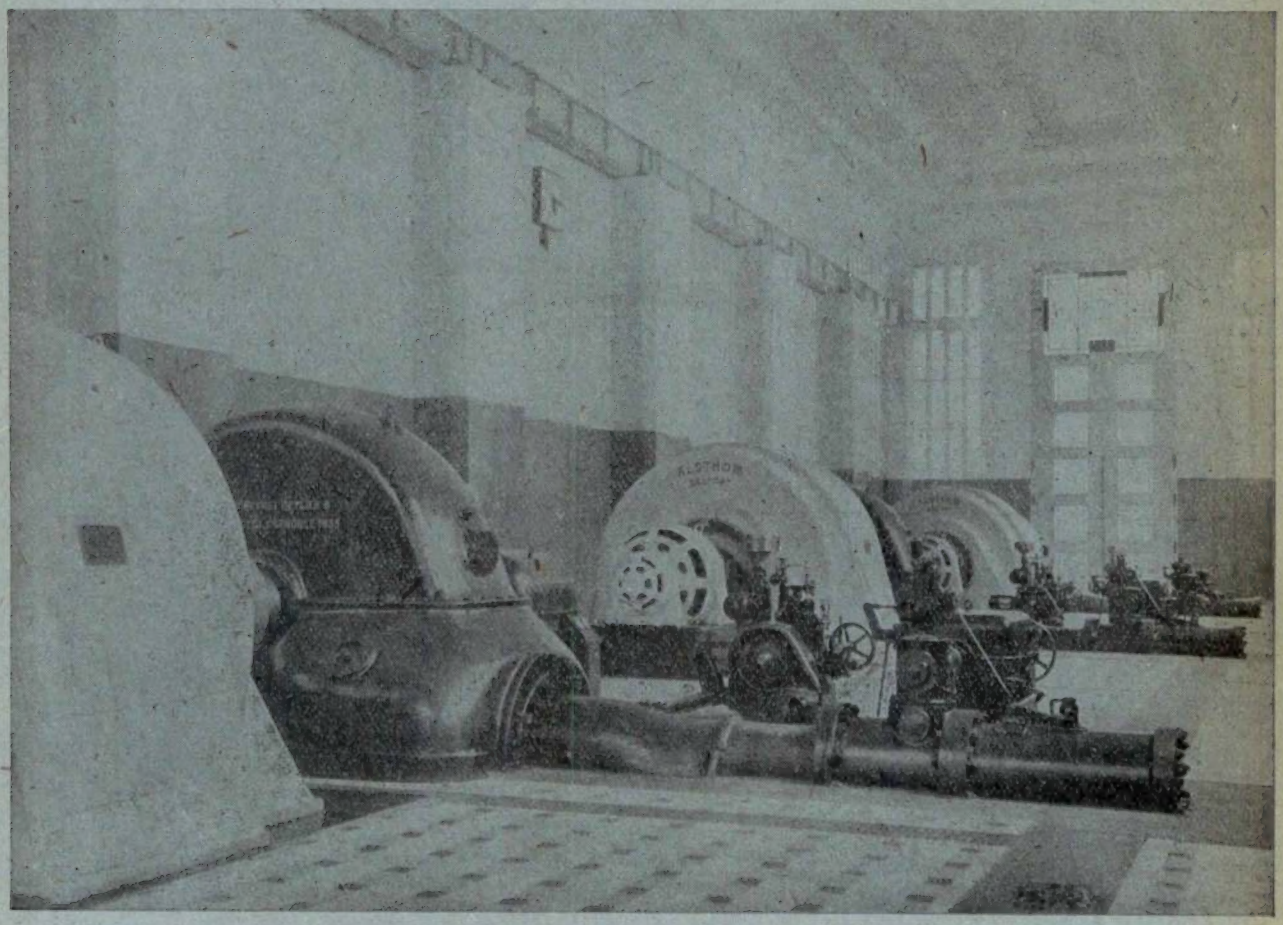
ATELIERS NEYRET-BEYLIER & PICCARD-PICTET

GRENOBLE

LABORATÓRIO DE ENSAIOS HIDRÁULICOS

EQUIPAMENTOS DE QUEDAS DE ÁGUA — **HIDRÁULICA AGRÍCOLA — REGA**

EQUIPAMENTOS DAS GRANDES BARRAGENS



Central de «BISSORTE»

3 turbinas **"PELTON"** de 40.000 CV, s/1.130 m.

EM PORTUGAL:

LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA
NA AMADORA

"NEYRPIC"

R. Vice-Almirante João António de Azevedo Coutinho

AMADORA Telef. VENDA NOVA 48

forma que as torres possam ser montadas ràpidamente e sujeitas a esforços anormais.

Tal como é requerido pelo Regulamento das Linhas Aéreas, qualquer torre inclui um dispositivo contra a subida por estranhos, normalmente fixado entre os 8 e os 9 pés (2,4 3,6 m) do solo, mas nunca a mais de 16 pés. O tipo normal destes dispositivos consiste em dispor camadas de arame farpado, de aço — 5 fora da torre, e 3 no seu interior — suportadas por espaçadores colocados a intervalos regulares à volta da torre, afastados de 6 pés (150 mm) dos apoios principais, e fazendo ângulos rectos com eles. Montam-se portas fechadas nos cantos de subida por forma a permitir o acesso do pessoal de manutenção.

Os dois apoios principais da torre diagonalmente opostos, no nível acima das guardas contra a subida, estão equipados com cavilhas colocadas em degraus a intervalos não excedendo 15″ (375 mm) do nível do braço superior. Abaixo da guarda, efectuam-se furos a intervalos semelhantes por escadas acessíveis.

As placas indicadoras de perigo, de propriedade, do percurso e do n.º da torre são montadas na sua parte inferior. Indicam-se também as cores das fases de cada circuito na parte inferior das torres terminais e de junção. Montam-se ainda placas de identificação de circuitos especiais e bases para bandeiras, tal como mandam as normas de segurança.

Todos os elementos da torre são soldados a quente depois de completamente fabricados (corte, fixação, etc.). O revestimento de zinco exigido é de, pelo menos, duas onças por pé quadrado (0,06 g/cm^2 ou uma espessura de 0,09 mm). A experiência provou ainda que este acabamento é o mais adaptado às condições climatéricas britânicas. Muito embora a aparência prateada que uma torre apresenta quando nova, não fique bem com o fundo verde dos campos, é ainda este acabamento o que é menos conspícuo para as cores variadas das quatro estações.

Muitas torres estão em serviço há já 15 ou 20 anos. No entanto, a vida deste acabamento (de zinco) pode descer a 7 anos nas atmosferas poluídas. A única forma pràticamente utilizável para aplicação no local é a pintura. E assim aplicar-se-ão duas a 3 camadas de pintura, segundo as condições locais, e para salvaguardar o gado, a tinta utilizada não deve conter óxido de chumbo. É interessante apontar-se que o ritmo das novas pinturas é de 1.500 torres por ano, o que representa um pesado encargo de manutenção.

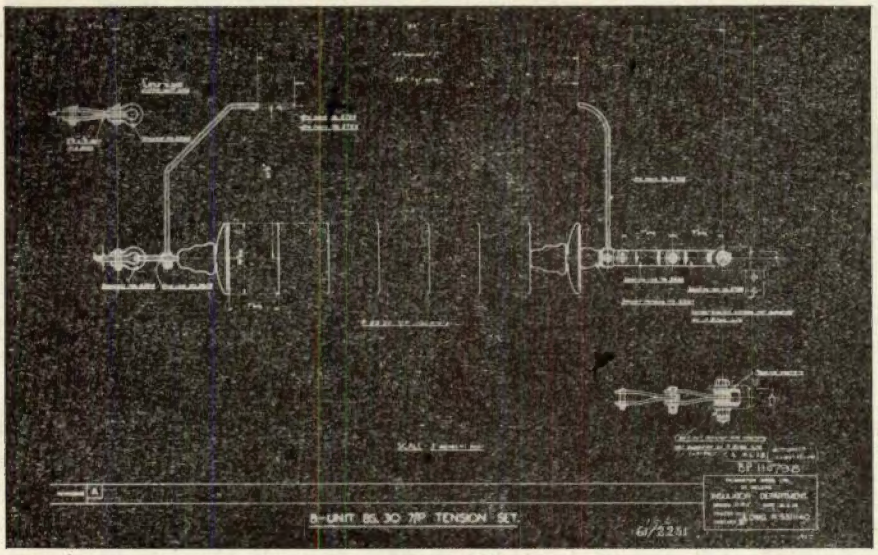


Fig. 4 — Cadeia de suspensão simples

6. — Isoladores

Todos os isoladores de linha são do tipo de campânula e com dispositivo de suspensão de acordo com a norma britânica BS 137. Os dispositivos de remate são de bronze fosforoso e devem ser projectados por forma a que, muito embora permitindo a substituição de um isolador sem remoção da sua suspensão da torre, não deem ocasião a um deslocamento acidental que ocasione afastamento da suspensão.

Usam-se presentemente isoladores de porcelana e isoladores vidrados na proporção de 4 para 1. Os de porcelana têm o mérito de, mesmo que sejam avariados por uma descarga, por uma pedra ou uma bala, não ficarem completamente inúteis. Pelo contrário, os vidrados poderão ficar totalmente inutilizados, mas estes receios não têm sido justificados pela experiência, e isto porque os processos de fabrico produzem uma estrutura em que se pode confiar e cujas propriedades mecânicas são tais que nas novas linhas de 275 kV o vidro pode, só por si, suportar os esforços maiores nas cadeias de suspensão simples.

Pode confiar-se, presentemente, tanto na resisténcia mecânica dos isoladores que se monta apenas uma suspensão nos cruzamentos de linhas férreas, quando de início se considerava essencial uma suspensão dupla O único dispositivo especial usado em todos os cruzamentos de estradas, edificios, linhas férreas ou canais, inclui um disco extra e um aumento de uns 10 % nos escorvadores de arco.

A poluíção da atmosfera apresenta, na Grã-Bretanha, um problema particular, pois o efeito básico consiste no revestimento do isolador por uma camada condutora líquida, quer por resultado do nevoeiro, quer pelas condições de umidade, nas áreas industriais, e ainda por um revestimento de sal e pequenas gotas nas áreas costeiras, ou ainda de vapor de água condensado, criado nas torres de arrefecimento próximas das centrais. O trabalho exaustivo do dr. Forrest sobre o comportamento dos isoladores de alta tensão mostrou a importância do comprimento da superfície de escorvamento e em resultado desse trabalho, os isoladores normais de suspensão com uma linha de fuga de 11 ¾" (≃ 30 cm) e uma distância entre suspensões de 5" (12,5 cm) têm sido activamente substituídos por isoladores com a mesma distância entre suspensões, mas com uma linha de fuga de 16 ¾" (42,5 cm).

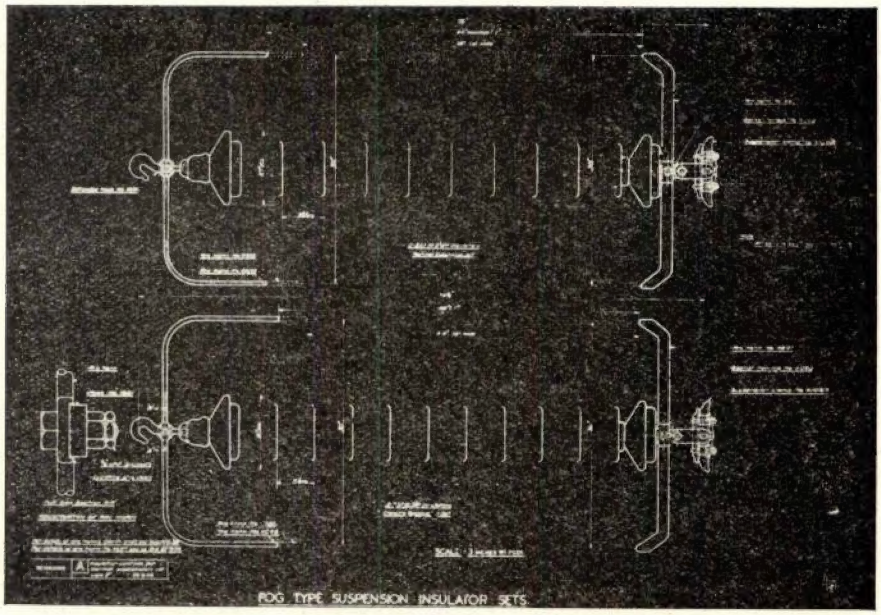


Fig. 5 — Cadeia de suspensão «anti-nevoeiro»

QUADRO 4

Suspensão de isoladores de campânula e haste para linhas a 132 kV

Localização	Instalação		Posição	Número de unidades		Distâncias entre centros de unidades	Compr. da linha de escorvamento do arco
				Atm. limpas	Poluídas		
1.ª milha na proximidade de cada estação de transformação	Suspensão (contra nevoeiro)		Normal	10	11	5 1/2	39″
			Cruzada	11	12	5″	44″
	à tracção		Normal	8	9	7″	39″
			Cruzada	9	10	7″	44″
	à tracção serviço normal directo e invertido	anti-nevoeiro	Normal	10	11	5 1/2	39″
			Cruzada	11	12	5 1/2	—
		(nev. leve)	Normal	11	12	5 1/2	44″
			Cruzada	12	13	5″	—
Além da 1.ª milha (normal)	Suspensão (anti-nevoeiro)		Normal	10	11	5 1/2	39″
			Cruzada	11	12	5″	44″
	à tracção		Normal	8	9	7″	39″
			Cruzada	9	10	7″	44″

O projecto especial designado por «anti-nevoeiro» não é necessário nas unidades à tracção, uma vez que as cadeias destas unidades estão normalmente na horizontal e os discos são protegidos contra as intempéries em ambas as faces.

Presentemente, têm-se feito esforços para normalizar os tipos e dimensões de isoladores e das respectivas suspensões, com o fim de se eliminarem variações de detalhe desnecessárias e se facilitar o trabalho de montagem, limitando as sobras de material. O Quadro 4 indica-nos os pormenores especiais das suspensões para isoladores, tipo campânula e haste para linhas de 132 kV.

Mostramos, no Quadro 5, a resistência mecânica e eléctrica dos isoladores.

7. — Suspensões dos isoladores

Nas linhas iniciais todos os tirantes dos isoladores eram equipados com anéis no extremo vivo, e escorvadores de arco no extremo ligado à terra. Ulteriormente, mostrou-se por forma clara que, embora um anel permita um certo nivelamento do gradiante de tensão, admitindo como único parâmetro dos discos, poderia não ter qualquer efeito real quando o gradiante dependesse em larga escala da resistência da superfície. Em consequência disto, a prática

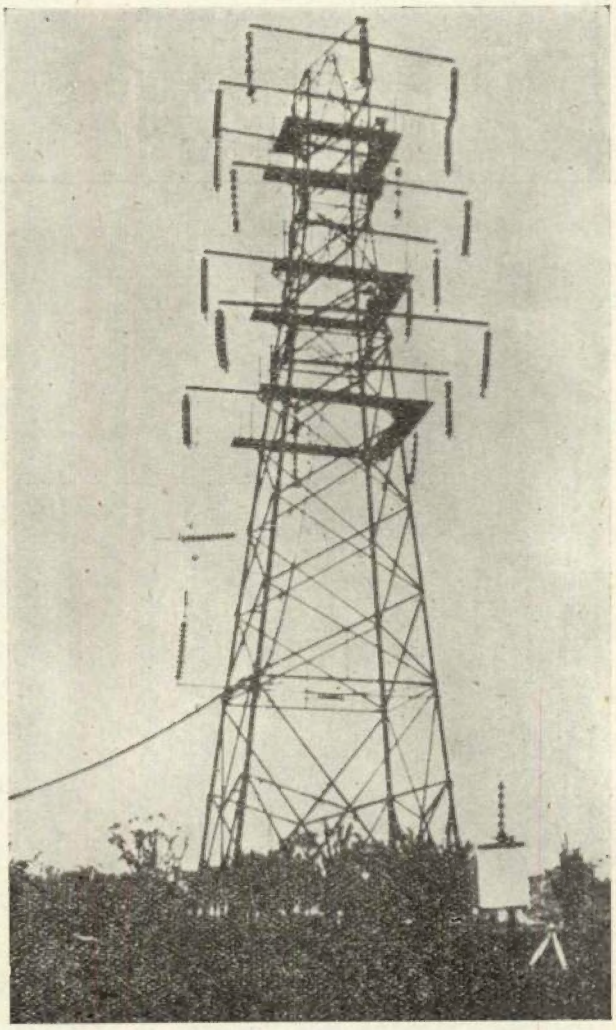


Fig. 6 — Torre para ensaio dos isoladores

QUADRO 5

Isoladores de linhas a 132 kV — Exigências mecânicas e eléctricas

Secção do condutor equiv. em Cu	Instalação em suspensão		Instalação à tracção		Instalações à tracção de baixa utilização	
	0,175	0,4 poleg.² (vidro)	0,175 poleg.² (vidro)	0,4 poleg.² (vidro)	0,175 poleg.²	0,4 poleg.² (vidro)
N.º de tirantes em paralelo	1	1	1	1	1	1
Máxima carga de trabalho (lbs.)	4000	4800	8000	12000	4000	48000
Limite de elasticidade das suspensões . . .	10000	12000	20000	30000	10000	12000
Carga mín. de rotura			28000			
Tipo de carga electromecânica de ensaio. .	10000	12000	20000	30000	10000	12000
Tensão mínima de disrupção, quando secas (kV).	355	355	355	355	355	355
Tensão mínima de disrupção, quando húmidas (kV).	320	320	320	320	320	320
Distâncias entre centros de unidades (m²)	5 ½	5 ½	7	7	5	5 ½

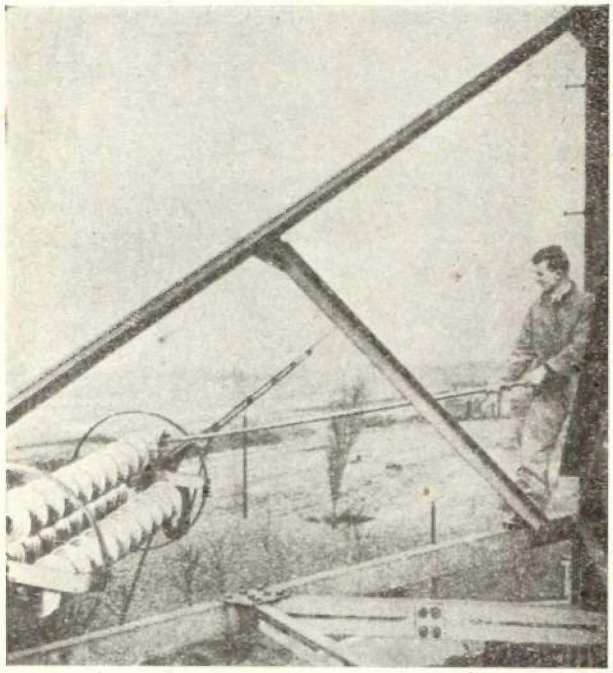


Fig. 7 — Ensaio de uma cadeia de isoladores de 132 k volts num poste de amarração

presente é montar escorvadores de arco em cada extremidade do tirante — leves no extremo ligado à terra e pesados na extremidade viva, podendo estes aguentar o peso de um homem (carga de ensaio de 200 libras).

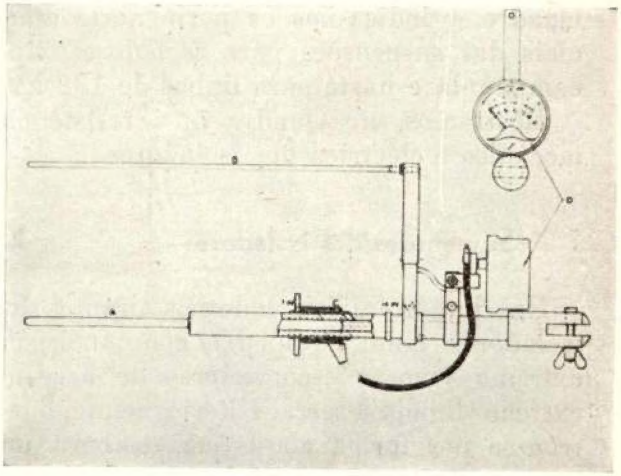


Fig. 8 — Instrumento para ensaio dos isoladores das linhas em serviço

Os escorvadores são instalados a 39″ uns dos outros (≃ 1 m) na primeira milha e a

44″ (~ 1,12 m) nas seguintes, aumentando-se de 10 % esta distância nos cruzamentos (Quadro 4). O nível de impulso do sistema a 132 kV é de 640 kV e a única protecção contra sobre intensidades nas subestações é realizada montando escorvadores de 26″ aos terminais dos transformadores de 132 kV.

Os escorvadores da linha têm assim, uma pequena contribuição para a protecção do sistema contra sobre intensidades e a sua função principal é diminuir o danò causado aos isoladores durante a disrupção

8. — Juntas e grampos

Nos primeiros dez anos usaram-se três tipos de juntas cónicas montadas a meio de cada vão mas nos últimos anos deste período e durante a guerra começaram a aumentar as avarias nas juntas. Estas ocorriam a uma distância entre 12 e 18″ da junta (30,5 e 45,8 cm), e eram atribuídas a deterioração do seu contacto, ocasionando, assim, passagem de corrente entre o alumínio e o núcleo de aço dum lado da junta, voltando ao alumínio no outro. Além disso, os erros frequentes e as correntes mais intensas no período da guerra ajudaram a acelerar as avarias. E por isto a junta do tipo cénico já não é hoje empregada em trabalhos novos ou em substituições, sendo o tipo aprovado o de compressão.

Exige-se que qualquer junta tenha, pelo menos, 25 % do valor da resistência à rotura do condutor e que a sua resistência eléctrica não seja maior do que a de um comprimento equivalente ao condutor.

Os contratempos experimentados com as juntas do tipo cónico apareceram também nos grampos do tipo cónico, sendo hoje também preferidos os de compensação. O grampo do tipo «lagarta» é simples e proporciona a possibilidade de se ter um condutor contínuo entre a linha e o fio de retorno. Têm dado boas provas, mas deram-se avarias nos casos em que as dimensões da ranhura não eram porporcionadas à secção do condutor.

9. — Transposições e cruzamentos

Inicialmente, todos os condutores das linhas eram transpostos três vezes em cada percurso, para assim se poderem equilibrar as impedâncias e reduzir os efeitos indutivos. As torres de transposição eram caras e feias, e em certas condições de neve, ocorriam contactos entre os condutores nos vãos de cruzamento. E é assim que, com o consentimento dos Correios, já não se transpõem as linhas no seu percurso.

Onde quer que uma linha de 132 kV passe sobre circuitos expostos dos Correios, estes últimos serão subterrâneos. Ainda, onde quer que uma linha de 132 kV passe sobre outra linha de transporte, deve ser mantida, em todas as condições, uma distância de, pelo menos, 8 pés (2,4 m) entre elas.

10. — Fundações

As fundações são realizadas quer em cimento quer em pedra. Além disso, todas as peças de aço das fundações devem ser soldadas, devendo ainda existir uma cobertura de betão de, pelo menos, 4″ (10 cm) sobre qualquer base dos apoios de fixação e isto deve ser observado desde 6″ (15 cm) acima do solo até ao bloco principal da fundação. A importância deste último ponto foi ilustrada ùltimamente quando uma torre de suspensão em aço, montada há 20 anos num terreno em declive foi derrubada durante uma tempestade. Viu-se depois que os apoios não tinham sido cobertos com betão em toda a sua extensão, tendo deixado ficar um intervalo de 6 a 8″ (15 a 20 cm) entre o topo do bloco da fundação e uma camada de cimento ao nível de solo. Dentro desse intervalo, observou-se ainda, os elementos de aço foram corroídos até ficarem com a espessura de uma folha de papel.

11. — Sistema a 275 kV: Plano Geral

Quando se completou o sistema da rede de 132 kV, a linha era dividida em 7 áreas diferentes, tendo cada uma delas uma central

capaz de satisfazer o respectivo pedido de potência. A função das linhas de interligação

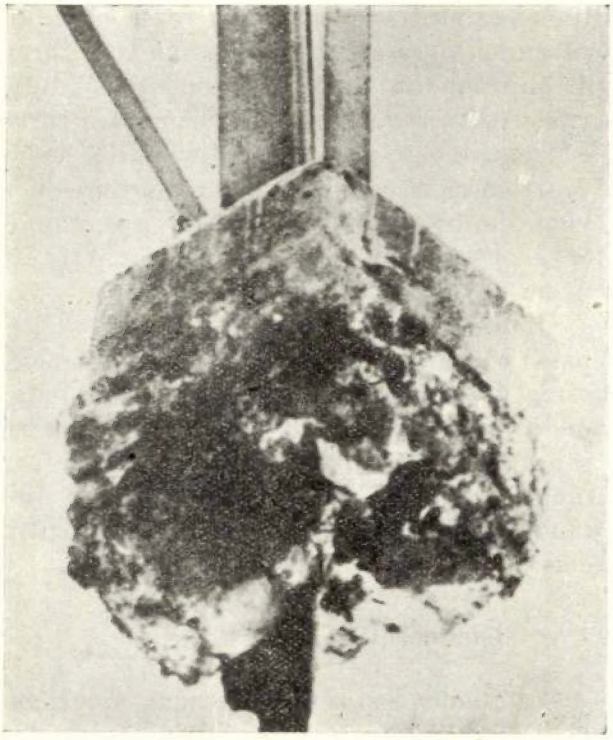


Fig. 9 — Aspecto da parte inferior de um poste, resultante de fundação defeituosa

não era a de transporte, consistindo apenas em facilitar a manutenção e proporcionar alguma capacidade de transporte em caso de emergência.

Em 1938 foi-se levado à conclusão de que, trabalhando as linhas de 132 kV como se fossem um sistema único, as centrais geradoras em cada área podiam ser agrupadas, permitindo assim que qualquer central de reserva e a de melhor rendimento duma dada área estivessem aptas a fornecer potência para as áreas adjacentes em dificuldades ou que possuíssem centrais de laboração mais cara. A guerra modificou sèriamente a posição dos principais centros de fornecimento e veio vincar ainda mais a importância de um sistema totalmente interligado, permitindo, assim, a máxima utilização das centrais geradoras existentes. Além disso, o crescente aumento de carga tornou evidente que a expansão do sistema a 132 kV necessária para fazer face às necessidades conduziria a um sistema de complexidade cada vez maior, com que seria difícil de trabalhar, nas condições de um plano nacional. Parecia ainda provável que o sistema teria que voltar a ser dividido em áreas independentes e que já não se poderiam conseguir economias na potência instalada.

O Conselho Central de Electricidade iniciou, em consequência disto, uma investigação sobre os processos de desenvolver o sistema por forma a satisfazer às condições de carga e das centrais no futuro, e instituiu um programa de pesquisas práticas sobre o equipamento de transporte em alta tensão, aprovando a construção de cerca de 40 milhas de uma linha entre Newark e Sheffield, nos Midlands.

Os projectos foram levados àvante pela Direcção-Geral dos Serviços Eléctricos que, depois de uma extensa investigação sobre o aumento da carga e sua distribuição, quantidades de carvão e suas possibilidades de transporte, capacidade das centrais e sua localização, projecto de equipamento de transporte e respectivo custo, aprovou um relatório recomendando o estabelecimento de um sistema a 275 kV realizado no plano

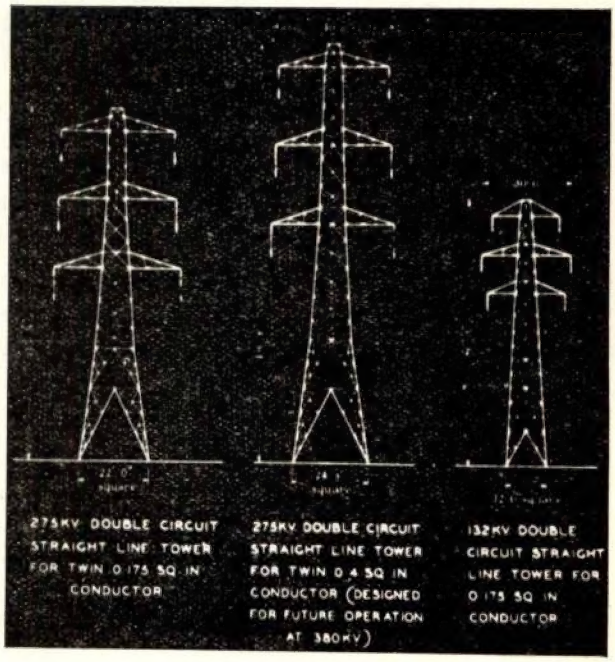


Fig. 10 — Postes para linha dupla

nacional em coexistência com o sistema a 132 kV adequadamente sub-dividido.

As estimativas sobre carga indicaram que ela se elevaria a uns 30.000 MW dentro de 15 a 20 anos. O desenvolvimento das estações geradoras na parte sul do país teria que ser muito restrito, sendo necessário um grande número de novas centrais nos Midlands e na parte norte do país, onde existiam as minas de carvão mais importantes.

Nestas circunstâncias, ainda que o sistema de alta tensão pudesse ser projectado à vontade com o um sistema interligado, tinham-se ainda vantagens importantes combinando o transporte do grande volume de energia com o dispositivo de interligação, particularmente desde os Midlands até ao sul, incluindo os arredores de Londres.

Tendo-se projectado de início a linha de circuito único para 264 kV, chegou-se depois à conclusão de que devia ser projectada para trabalhar a 275 kV, de acordo com as propostas internacionais para normalização de tensões.

12. — Estudos sobre a linha a 275 kV

O programa de estudos incluía a montagem, em regime experimental, de uma linha de transporte trifásica, com vãos de 2-1.200 pés, condutores montados em suportes especiais de aço e uma distância entre fios de fase medida na horizontal de 32′ 6″ (~10 m). Estes suportes são projectados por forma que a distância entre fases possa ser aumentada, permitindo ainda que se executem ensaios sobre a linha.

Estudos deste tipo não podem ser completados ràpidamente. Além disto, as indicações fornecidas por ensaios realizados ao ar livre e em curtos períodos de tempo, e com tensões elevadas, são de menor confiança que as obtidas através de ensaios à tensão normal, mas em períodos mais longos. Mas a urgência que se tem em montar o novo sistema a 275 kV obrigou a tomar decisões no projecto sem esperar pelo resultado dos estudos.

Contudo, o trabalho feito indicou que o problema do isolamento em atmosferas poluídas se torna, à medida que a tensão aumenta, cada vez mais difícil. Demonstrou ainda que as soluções utilizando um condutor único de 0,45 polegadas quadradas ou dois de 0,175 polegadas quadradas são igualmente satisfatórias, ficando a escolha dependente das exigências do sistema e do problema da sua manutenção. Fizeram-se ainda longos ensaios para se determinarem as perdas de energia e o ruído produzido em telecomunicações sob condições climatéricas variadas. Seguir-se-ão, no presente programa, os estudos sobre a linha de 400 kV.

13. — Projectos da linha trabalhando a 275 kV

A tensão normal e a máxima a que trabalhará o sistema são, respectivamente,

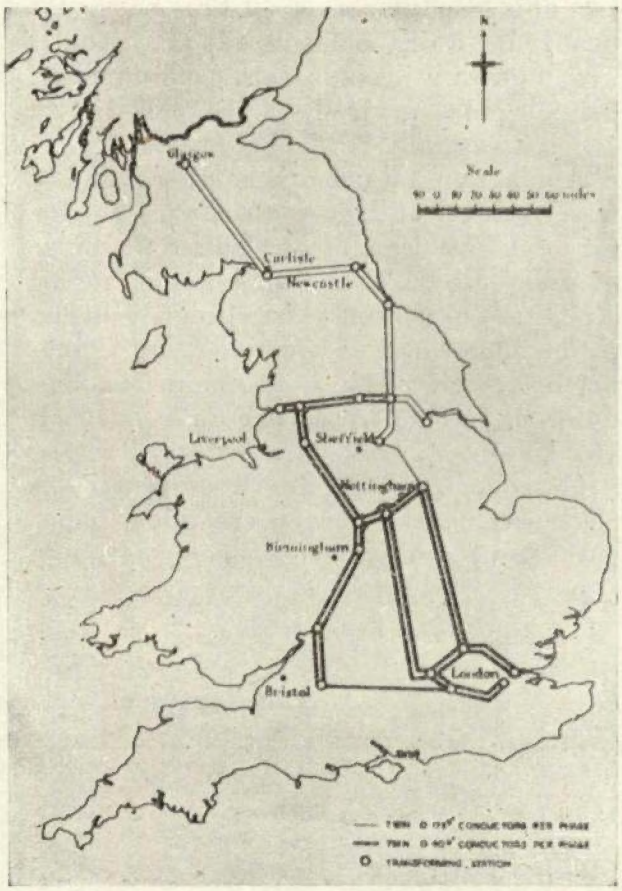


Fig. 11 — Esboço da futura rede a 275 k volts

275 kV e 300 kV. O neutro de cada transformador para 275 kV será sòlidamente ligado à terra, e o nível de impulso de 1.050 kV.

A primeira linha, que se está a construir entre Staythorpe (Newask) e West Welton (Sheffield), tem um único circuito com os três fios de fase montados horizontalmente e a distâncias de 32′ 6″ (~10 m). Cada fio de fase compreende dois condutores de 0,175 polegadas quadradas (1,20 cm²) (secção equivalente em cobre), com os centros distanciados de 12″ (30,5 cm). É preciso notar que este tipo de construção não seria satisfatório para todo o sistema pois envolveria ter-se muitos percursos distintos da linha, ocasionando consideráveis dificuldades.

Decidiu-se que, no novo sistema, todos os circuitos fossem executados em circuito duplo, e que existiriam duas normas:

a) uma, cujo projecto consistia em utilizar dois condutores de 0,175 polegadas quadradas a distâncias de 12″ (30,5 cm)

b) a outra utilizando dois condutores de 0,4 polegadas quadradas a distância de 12″.

Ainda que, tal como já se disse em (12), fosse possível utilizar-se apenas um condutor de 0,45 polegadas quadradas em lugar de dois de 0,175 polegadas quadradas, (1,12 cm²) preferiam-se os últimos pela sua maior intensidade de corrente nominal, menor reactância e por se usar assim um condutor da mesma secção que o do sistema a 132 kV.

Mostramos no Quadro 6 as constantes eléctricas para as normas escolhidas, comparando-as com as correspondentes numa linha a 132 kV, empregando condutores de 0,4 polegadas quadradas.

As intensidades nominais dos condutores apontados (temperatura-ambiente de 20° e elevação de temperatura de 30°) são:

Condutor duplo de 0,175 pol. → 800 A → 375 MVA
Condutor duplo de 0,4 pol. → 1200 A → 570 MVA

Indicamos ainda, no Quadro 7, os limites teóricos de potência para uma linha de 100 milhas e admitindo tensões iguais nos extremos da emissão e da recepção.

QUADRO 7

Limites teóricos de potência de uma linha de 100 milhas

Condutores da linha	Limite de potência (MW)		
	247 kV	275 kV	300 kV
2×0,175 poleg.²	850	1050	1250
2×0,4 poleg.²	1050	1300	1550

Resultam estes valores se se admitir uma barra colectora infinita em cada extremo da linha e representam o limite de potência em regime estacionário quando o ângulo de desfasagem se aproxima dos 90°. É ainda uso tornar o limite de potência de segurança, em linhas de interligação deste tipo, como 50 % do limite em regime estacionário. É necessário, contudo, ter-se cui-

QUADRO 6

Constantes eléctricas de linhas a 275 kV

Tensão	132 kV	275 kV	
Secção e número de condutores por fase	1×0,4 poleg.²	2×0,175 poleg.²	2×0,4 poleg.²
Resistência Ω/milha	0,11	0,125	0,055
Reactância indutiva Ω/milha	0,63	0,54	0,53
Impedância em série Ω/milha	0,64	0,55	0,53
Capacidade mfd/milha	0,015	0,018	0,018
Admitância mhos/milha	$4,75 \times 10^{-6}$	$5,65 \times 10^{-6}$	$5,65 \times 10^{-6}$
Corrente de carga A/milha	0,36	0,9	0,9
Corrente de carga kVA/milha	89	430	430
Impedância transitória Ω	366	312	307

H. PARRY & SON, L.DA

SEDE: 6, AV. 24 DE JULHO - LISBOA

Telef.: 64187 (4 Linhas) 66065
Teleg.: NAVIOS-LISBOA

CONSTRUÇÕES
E REPARAÇÕES
NAVAIS

DOCAS SECAS

Execução de qualquer trabalho de
mecânica, electricidade, fundição, caldeiraria, forja, soldadura, etc.

DESENHOS
PROJECTOS
ORÇAMENTOS

PRODUTOS

ao serviço da técnica
e da inteligência

ANTIFERRUGINOSOS
IMPERMEABILIZANTES
ANTICORROSIVOS

Todas as grandes obras da Alemanha, Bélgica, França, Portugal e Suíça confiaram a **«INERTOL»** sua defesa e garantia das milionárias somas aplicadas.

Presta-se assistência especial a cada caso e agradece-se qualquer consulta:

No Sul — **A. dos Santos Júnior**
Lisboa — Rua Castilho, 57, solo E.

No Norte — **A Algodoeira W. Stam, Lda.**
Porto — Rua Sá da Bandeira, 562-4.º

PRODUTOS
DYRUP

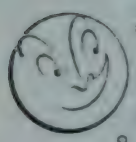
TINTAS E VERNIZES
TIPO AMERICANO

FÁBRICA DE
TINTAS DE SACAVÉM
S. A. R. L.

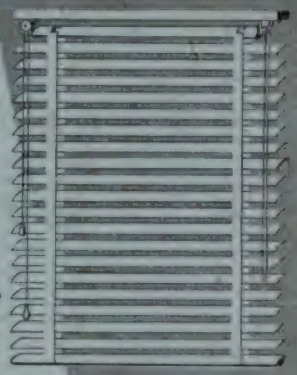
SACAVÉM—PORTUGAL

TEL. { SACAVÉM 105
LISBOA 42651 42156

PERSIANAS
REXAL
DE RÉGUAS REGULÁVEIS EM ALUMÍNIO



ÚTIL
PRÁTICO
DECORATIVO
QUALIDADE SUPERIOR
GRANDE VARIEDADE DE CORES
GARANTIA DE FUNCIONAMENTO



AGÊNCIA COMERCIAL
DINAMARQUESA

FÁBRICA ESCOLAS GERAIS-34-LISBOA ★ TELEF. 35394

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 26572

dado quando se aplique este factor de 50 % nos primeiros troços do esquema quando cada bloco de centrais ligadas é limitado.

Empregar-se-ão linhas com condutores duplos de 0,175 polegadas² quando a sua função principal for a de interligação. Sempre que a linha faça o transporte de grande volume de energia e efectue interligação, utilisar-se-ão condutores de 0,4 polegadas². O resultado desta decisão, quando o esquema estiver completo, reside em que as linhas da metade norte do país serão executadas com condutor duplo de 0,175 polegadas², enquanto que as da metade sul utilizarão condutores duplos de 0,4 polegadas².

Para as linhas com condutor duplo de 0,175 polegadas², o vão será de 1.000 pés, tal como as linhas a 132 kV, por forma a assim se manterem as cargas, fadigas e flechas. Os tirantes dos isoladores de suspensão única com 18 unidades serão utilizados com uma carga máxima de trabalho de 8.000 libras, tornando-se como limite de elasticidade dos seus acessórios 20.000 libras. Nos pontos trabalhando à tracção, as exigências mecânicas tornam essencial a utilização de tirantes duplos, mas poderá usar-se o mesmo número de unidades, tal como na linha a 132 kV. A distância entre condutores será mantida nas 12 polegadas pela utilização de placas em forquilha nos pontos de suspensão e de espaçadores em alumínio — três em cada vão, normalmente.

As torres para ambas as linhas incluem elementos principais com elevada fadiga à tracção, por forma a manter-se o peso e a aparência tão leve quanto possível.

14 — Projecto da linha para trabalhar no futuro a 380 kV

O projecto da linha com o emprego de condutores duplos de 0,4 polegadas² foi complicado pela consideração de que teria que se fazer o que fosse razoàvelmente possível para, no futuro, trabalhar a 380 kV, e isto porque, muito embora a tensão de trabalho de 275 kV parecesse adequada para todas as exigências de fornecimento, pelo menos até aos 10 ou 15 anos próximos, não se podia ignorar a possibilidade do emprego de maior tensão. Parecia, além disso, mais provável que, se alguma vez se tornasse necessário recorrer a uma tensão maior, o problema dissesse mais respeito às linhas de transporte do grande volume de energia do que às de interligação — por exemplo, mais respeito às linhas de condutores duplos de 0,4 polegadas² do que às de 0,175 polegadas². Decidiu-se, então, investigar qual o mínimo de modificações que teria que se fazer no projecto da linha a 275 kV empregando condutor-duplo de 0,4 polegadas² por forma a adaptá-la a trabalhar a 380 kV.

No que diz respeito às soluções quanto a condutores, fez-se um estudo cuidadoso dos resultados de estudos publicados na Suécia, França, E. U. A., Itália, Suíça e Alemanha. Principalmente por dedução feita a partir dos ensaios franceses e suecos, calculou-se que, condutores SCA de 0,4 polegadas afastados de 12″, as perdas seriam aproximadamente as seguintes:

Perda anual média por milha de trifásico	5 kW
» máxima por milha de trifásico . .	70 kW

Podiam reduzir-se estes valores a 4 kW e 45 kW, respectivamente, se se utilizassem condutores duplos de 0,45 polegadas mas depois de tomar em conta o período inicial de trabalho a 275 kV e o uso do condutor de 0,4 polegadas como norma no sistema a 132 kV, decidiu-se que não seria necessário fazer qualquer substituição de condutores.

Achou-se ainda que, na linha a 27 kV, o comprimento total de um grupo normal de 18 isoladores de suspensão seria de 11′ 6″ (3,45 m). Para trabalhar a 380 kV, bastaria aumentar o número de isoladores para 25, conduzindo a:

1) comprimento da linha de fuga de 420 polegadas (10,6 m);

2) nível de impulso de 2200 kV;

3) tensão de disrupção, quando molhado, de 950 kV;

4) comprimento do tirante de 150 polegadas (3,75 m).

Um tirante deste comprimento seria provàvelmente satisfatório numa atmosfera limpa, mas em atmosferas poluídas a distri-

buição de potencial seria suficientemente modificada por forma a tornar inaceitável o funcionamento do isolador. Além disto, comparado com o projecto normal de torre para 275 kV, se se encarasse a solução dos isoladores para 380 kV, significaria, nesta base, um maior aumento de dimensões.

Contudo, é extremamente improvável que se torne necessário, pelo menos nos próximos 10 anos, ir para qualquer tensão mais elevada, acreditando-se que, neste período, o estudo do isolamento tenha feito progressos suficientes que justifiquem a generalização do uso de isoladores com um gradiante de tensão uniforme e um comprimento não maior que a distância máxima de disrupção no ar — 115 polegadas (2,9 m). Com um tal tipo de isolador, o equipamento de suspensão, incluindo todos os acessórios, poderia ter um comprimento de 12' 6" (3,75 m), dando ainda uma margem de segurança de uns 10 % comparado com a sua mínima distância à terra.

Decidiu-se, em consequência disto, não aumentar o comprimento do isolador, mas, apenas para prever trabalho ulterior a 380 kV, adoptaram-se distâncias da seguinte ordem:

1) 138 polegadas no isolador vertical (3,45 m);

2) 132 polegadas com um deslocamento de 5° (3,35 m);

3) 85 polegadas com 38° de deslocamento, sendo este o máximo ângulo de deslocamento dos condutores (2,16 m).

Considera-se a última distância, que é, como vemos pequena, admissível, porque são pouco frequentes, em trovoadas, grandes deslocamentos dos condutores devidos a ventos fortes.

Como resultado, o projecto de torre adoptado para ulterior trabalho a 380 kV resume-se em ser mais larga de 1 pé (30 cm) na base, 6 pés (1,8 m) nos braços e 9 pés (2,7 m) mais alta do que a utilizada nas linhas a 275 kV. Considera-se ainda desejável, onde quer que seja necessário, recorrer, no sistema a 275 kV, à construção com condutores duplos de 0,4 polegadas (2,56 cm^2), empregando as dimensões maiores, adaptadas aos futuros 380 kV.

15. — Conclusão

Não tivemos tempo para nos alongarmos em comparações dos métodos e projectos britânicos com os de outros países, bem como para dar, em linhas gerais, o que se tem progredido nos isoladores, torres à prova de corrosão, e linhas de alta tensão empregando postes de madeira. Tal como em qualquer ramo da indústria de abastecimentos de energia, o engenheiro de linhas aéreas está constantemente procurando novos caminhos que lhe permitam reduzir os custos, aparelhos mais aperfeiçoados conduzindo a um melhor funcionamento e novos processos de reduzir o custo de manutenção, mas é especialmente nos casos em que existam condições climatéricas variadas a considerar que o estudo de qualquer modificação se torna muito moroso.

Compete-nos, para terminarmos, apontar o facto de que o funcionamento do sistema britânico a 132 kV nos recentes anos testemunha, por forma significativa, o progresso que se tem conseguido no projecto e construção de linhas aéreas.

FENÓMENOS DE IMPEDIMENTO ESTÉRICO

PELO DR. JOAQUIM MENDES CIPRIANO

(Universidade de Louvain)

C. D. 541.127 : 547.5/8

Verifica-se experimentalmente que a presença de certos grupos funcionais numa molécula sujeita a uma dada reacção, podem exercer uma acção inibidora sobre a velocidade da reacção, que em alguns casos é de tal modo acentuada, que a velocidade é pràticamente nula.

É precisamente a esta inibição ou diminuição de velocidade que se dá o nome de impedimento estérico, e que vamos tentar precisar um pouco, embora as conclusões tiradas até à data, pelos vários químicos que estudam o assunto, não sejam muito concordantes.

Sabe-se que para que uma reação se possa efectuar entre duas moléculas A e B é necessário:

1.º — que elas estejam num nível energético bastante elevado;

2.º — que se encontrem;

3.º — que o contacto se faça entre duas funções.

Se o espaço vizinho da função estiver *atravancado* de radicais, estes protegem-na, diminuindo o número de choques eficazes e por conseguinte a velocidade da reacção.

Como avaliar então o efeito protector de um radical vizinho da função?

Segundo Kehrmann e V. Meyer o efeito é tanto maior quanto maior fôr o volume e o peso desse radical.

Porém não é bem assim porquanto o efeito protector pode ser diminuído pelo facto de se aumentar o peso de um radical como o veremos adiante. As experiências sucederam-se e notou-se que por fim não é precisamente o volume ou o peso que interferem nos fenómenos de impedimento estérico mas sim a configuração estrutural desse mesmo volume.

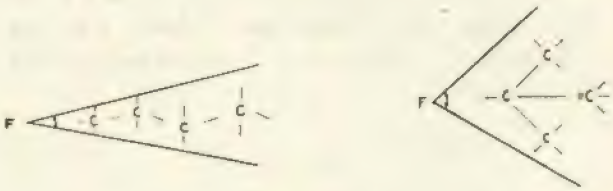
Assim em produtos isómeros, o impedimento estérico crescerá do «primário» ao secundário» e do «secundário» ao «terciário, isto é

do, $-CH_2-CH_3$ ao $-CH\begin{matrix}/CH_3\\ \backslash CH_3\end{matrix}$

e do $-CH\begin{matrix}/CH_3\\ \backslash CH_3\end{matrix}$ ao $-C-\begin{matrix}/CH_3\\ CH_3\\ \backslash CH_3\end{matrix}$

Logo, mais que o volume, o que interessa é a estrutura do radical e sobretudo a estrutura desse mesmo radical no ponto de ligação com a função. E senão vejamos: Tomemos o ângulo sólido mínimo sob o qual se vê o radical a partir da função e comparemos dois radicais isómeros (do mesmo peso e de estruturas diferentes).

Sejam por exemplo os radicais butilo e isobutilo supostos directamente ligados à função F.



A zona eficaz de protecção é necessàriamente maior para o radical isobutilo que para o radical butilo. E assim se explica a razão porque, por um lado, os isómeros primários protegem menos a função F que os secundários e estes menos que os terciários. Por outro lado, isto explica como certos radicais de maior peso ou volume

diminuem o seu efeito protector. Assim, ao aumentarmos o peso do radical

$$-C\begin{cases}CH_3\\CH_3\\CH_3\end{cases} \text{ passando-o para } -CH_2-\begin{cases}CH_3\\CH_3\\CH_3\end{cases}$$

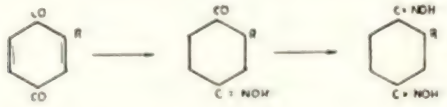
$$\text{ou ainda para } CH_2-CH_2-\begin{cases}CH_3\\CH_3\\CH_3\end{cases}$$

o ângulo sólido do ponto de ligação com a função F vai diminuindo e por conseguinte aumentando as probabilidades de maior número de choques entre as duas moléculas. Daí resulta um aumento na velocidade de reacção que se traduz por uma diminuição de intensidade do fenómeno de impedimento estérico.

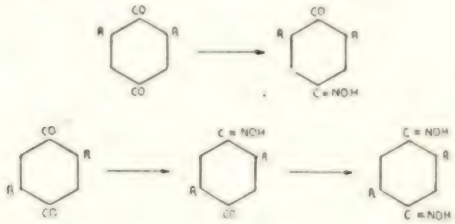
Consideremos alguns exemplos que dizem respeito ao impedimento estérico.

1.º Ex. — F. Kehrmann estudando a formação de dióximas a partir da hidroxilamina e quinonas, mono, bi e tri substituidas, chegou às seguintes conclusões:

a) As quinonas monosubstituídas, transformam-se primeiramente em monóximas por reacção do grupo CO mais afastado do radical R, e finalmente em dióximas.



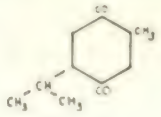
b) As quinonas bisubstituídas em 2.6 só dão uma monóxima ao passo que os isómeros 2,5 dão uma monóxima e uma dióxima,



c) As *quinonas tetrasubstituídas* não dão óximas.

Verifica-se que o radical R exerceu influências diferentes conforme os casos, indo no último até ao impedimento completo.

Consideremos o caso concreto da Timoquinona:



As óximas resultantes não podem ser outras senão as monóxima-1 e dióxima-1, 4.

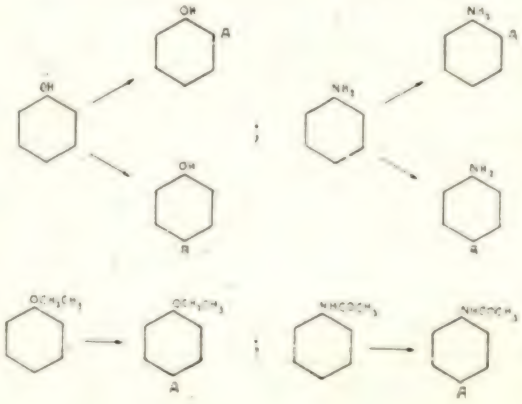
e a primeira em maior proporção que a segunda, porque o ângulo sólido formado pelo radical isobutilo é certamente maior que o do radical metílo e por conseguinte há maior possibilidade de contacto da hidroxilamina com o radical CO na, posição 1 que na posição 4.

Logo a velocidade de reacção é muito maior em 1 do que em 4 e de tal modo que se não obtém a monóxima-4 (ou se se obtém é em quantidade mínima). Conclui-se portanto que só depois da posição 1 estar ocupada é que a hidroxilamina começa a atacar a posição 4.

A experiência confirma estes factos.

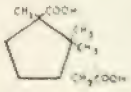
2.º Ex. — F. Kehrmann mostrou também que se se considerarem os derivados substitutos do benzeno que orientam em o. e p., a proporção do isómero «para» aumentará com o volume desse grupo.

Assim, o Fenol e a Anilina dão uma mistura de fenois sulfonados, nitrados, etc., em o. e p. em quantidades equivalentes, ao passo que o Fenetol e a Acetanilida dão exclusivamente o derivado «para»,

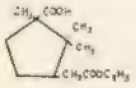


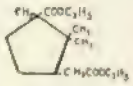
Foi este um dos casos que levou Kehrmann a generalizar estas conclusões admitindo que o volume e o peso dos radicais substituídos devem desempenhar um papel importante nos fenómenos de impedimento estérico.

3.º Ex.—Suponhamos que queremos esterificar o Ácido Homocanfórico de estrutura

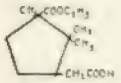


Foi Haller quem em 1899 estudou pela primeira vez este assunto, notando que ao esterilizar o ácido homocanfórico obtém-se quase exclusivamente o ester ácido ao lado de uma pequeníssima quantidade de ester neutro.





Inversamente, a saponificação do ester neutro dá exclusivamente um sal derivado do ester ácido.



Por conseguinte, deduz-se que os dois radicais carboxilos não se esterificaram com a mesma facilidade e que os dois radicais esteres também não se saponificaram com a mesma facilidade.

Provou-se a seguir que o radical mais difícil tanto de esterificar como de saponificar foi precisamente o que estava protegido pelos três grupos metilos que numa certa medida provocaram um impedimento estérico.

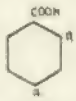
4.º Ex.—Suponhamos que queremos esterificar o ácido benzóico e os seus derivados bromo —, metil— e nitrobenzóico mono, bi e trisubstituídos. Quais serão as diferentes velocidades de esterificação? O Quadro seguinte dar-nos-á imediatamente os resultados obtidos pondo em evidência a relação que existe entre essas velocidades e as posições que as funções —Br, —CH_3 e —NO_2 ocupam.

Esterificam-se rapidamente	Esterificam-se normalmente	Não se esterificam	Impossível de esterificar
COOH	COOH, NO_2	COOH, O_2N, NO_2	COOH, O_2N, NO_2, NO_2
COOH	COOH, CH_3	COOH, H_3C, CH_3	COOH, CH_3, CH_3
COOH	COOH, Br	COOH, Br, Br	COOH, Br, Br, Br
COOH	etc	etc	etc

Vemos que os produtos bisubstituídos em «orto» já não se esterificam. Isto não quer dizer que todos os produtos bisubstituídos se não esterifiquem, pois os dois derivados bisubstituídos 2,4 esterificam-se normalmente embora lentamente.

Vejamos o que se passa em face das respectivas fórmulas de estrutura:

(1)

 (2)

Ac. benzóico-1, bissubstituído-2,6

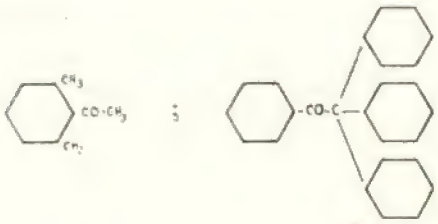
Ác. benzóico-1, bisubstituído-2,4

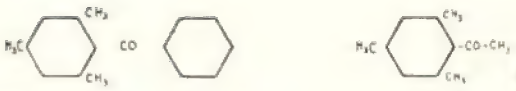
Sabe-se que o espaço de configuração de qualquer radical ocupa um volume maior que o do Hidrogénio; logo, o ângulo sólido formado pelo primeiro é sempre maior que o do segundo.

Assim, na fórmula (2), a função ácida está mais a descoberto (chamemos-lhe assim) que na fórmula (1) e, por conseguinte, há maior probabilidade que a reacção se efectue naquela. Logo, qualquer que seja A, todas as reacções sobre o grupo-COOH serão mais fáceis de obter com a fórmula (2) que com a fórmula (1).

5.º Ex. — Vejamos ainda estes factos que se interpretam à luz dos fenómenos de impedimento estérico.

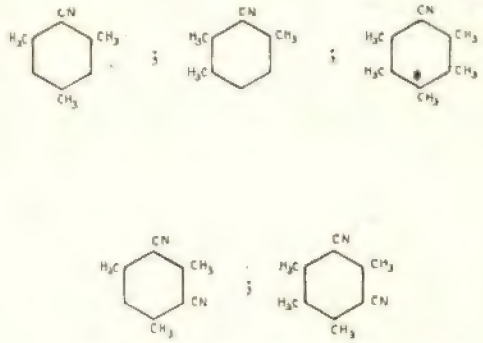
a) *Certas Cetonas* não reagem com a hidroxilamina nem com quaisquer outros reagentes da função — CO —. Tais são:





etc.

b) *Certos Nitrilos e Dinitrilos* não podem ser saponificados por nenhum método conhecido. São por exemplo os



Para terminar falta-nos considerar o caso de certas funções que podem alterar os fenómenos de impedimento estérico, pelo facto da sua introdução alterar as propriedades químicas do produto.

Sob este ponto de vista, Michael examinou a esterificação directa do ácido benzoico e dos seus produtos de subtituição, operando com álcool metílico à temperatura constante de 135° C, sobre pressão e na ausência de catalisadores.

No Quadro seguinte estão expressos os resultados obtidos assim como as constantes de dissociação dos ácidos.

Para a sua interpretação temos de considerar a acção dos dois factores: impedimento estérico e força do ácido.

Vemos que no ácido benzoico e seus pro-

Produto	% ester formado em 10 horas	K
Ácido Benzoico	13	6×10^{-5}
Ácido o. — nitrobenzoico	13,8	616 »
» m. — »	42,8	34 »
» p. — »	29,7	40 »
» o. — metilbenzoico	8	12 »
» m. — »	11	5 »
» p. — »	13	5 »
» o. — clorobenzoico	15,2	132 »
» m. — »	24,1	10 »
» p. — »	23	9 »
» 2, 4 — dinitrobenzoico	17,2	3200 »
» 3, 5 — »	56,3	177 »
» 2, 6 — dibromobenzoico	4,6	? »
» 2, 4, 6 — trimetilbenzoico	0 0	17 »

dutos de substituição em «meta» e «para» o factor estérico desempenha ùnicamente um papel secundário, e a velocidade de esterificação, sem contudo variar proporcionalmente com a força do ácido, aumenta todas as vezes que essa força é aumentada. Pelo contrário, para os derivados «orto» que em todos os exemplos são mais fortes que o ácido benzoico, o factor estérico e a força do ácido agem em sentido contrário; e a tal ponto que, sendo eles mais fortes que os seus isómeros «meta» e «para», os ácidos «orto» teem todos uma velocidade mais fraca que eles. A presença de dois metilos em «orto» (2,6) diminue a tal ponto a velocidade de esterificação que é impossível medi-la nas condições da experiência.

Consideremos ainda o caso da hidrolise dos nitrilos.

Vimos anteriormente que certos nitrilos e dinitrilos não podem ser saponificados por nenhum método conhecido.

No entanto se introduzirmos grupos — NO_2 na molécula destes nitrilos, facilitaremos a sua hidrólise a despeito do impedimento estérico provocado pelos dois radicais metilos em O.

Justifica-se este caso por os ácidos benzoicos nitrados serem mais fortes que os respectivos ácidos benzoicos, o que levou Vavon à conclusão seguinte:

A hidrólise dos nitrilos depende do factor estérico e dos factores que determinam a força do ácido correspondente, sendo a hidrolise tanto mais rápida quanto mais forte for o ácido.

Muitos outros exemplos se poderiam citar, mas cremos que os acima apontados chegam, para concretizar e justificar a noção de impedimento estérico.

DESMULTIPLICAÇÃO DE FREQUÊNCIA NO CIRCUITO OSCILANTE COM BOBINA DE NÚCLEO DE FERRO SATURADO

PELO ENG.º ELECTROTÉCNICO MANUEL JOSÉ DE ABREU FARO
1.º Assistente do I. S. T.

(Conclusão)

C. D. 621.318.3.018.41

15 — Obtenção da sub-harmónica $^1/_3$ em regime permanente

O aparecimento de sub-harmónicas deste tipo não é expontâneo; é necessário provocá-lo, existindo vários processos de o fazer.

Dos mais simples é o de Fallou, que consiste na prática dum curto-circuito instantâneo aos terminais da bobina. Usamos este processo com eficiência na obtenção da sub-harmónica $^1/_3$; o mais completo é o de Dehors que construiu para esse fim um gerador de impulsos com a possibilidade de regular a amplitude, duração, frequência e fase e que actua ou deixa de actuar consoante se extingue ou se estabelece um regime permanente de dada sub-harmónica.

* * *

Embora de prática diferente, de maior ou menor eficiência tem todos estes processos de comum o facto de provocarem um regime transitório que conjuntamente com a oscilação forçada cria a possibilidade do estabelecimento dum regime permanente com sub-harmónicas.

Este processo de obtenção é sempre um método provável; Dehors com o seu dispositivo de impulsos aumenta muito essa probabilidade.

* * *

Ilustramos com os oscilogramas (15) (16) (17) este método de obtenção de sub-harmónicas, cuja explicação assentamos nos factos seguintes:

1) Um circuito oscilante com perdas, em que a bobina tenha núcleo de ferro saturado, apresenta um regime livre amortecido em que a frequência decresce com o tempo quando, por exemplo, dissipa a energia armazenada no condensador.

2) A corrente correspondente ao regime forçado normal é muito pequena para a tensão E_k do domínio $E_{km} < E_k < E_{kM}$.

3) Um regime livre com ou sem E_k tem pois o mesmo andamento no tempo, exceptuada, oscil. (15), a pequena ondulação correspondente à pulsação ω de E_k.

* * *

Posto isto, vejamos como se explica o facto:

1 — Mantemos a bobina em curto-circuito, que se interrompe num dado instante (t_0).

2 — A corrente que existe durante o curto-circuito é intensa pois é limitada apenas por uma reactância pequena $\frac{1}{\omega C}$ e por uma pequena resistência em série.

Em consequência deste facto, a energia que o condensador armazena tem aproximadamente o valor máximo de $C \frac{E_k^2}{2}$; se interrompermos o curto-circuito no instante em que e_c é máximo poderemos obter um regime livre intenso.

3 — Este regime tem, como se disse, uma frequência variável que diminui quando as amplitudes diminuem.

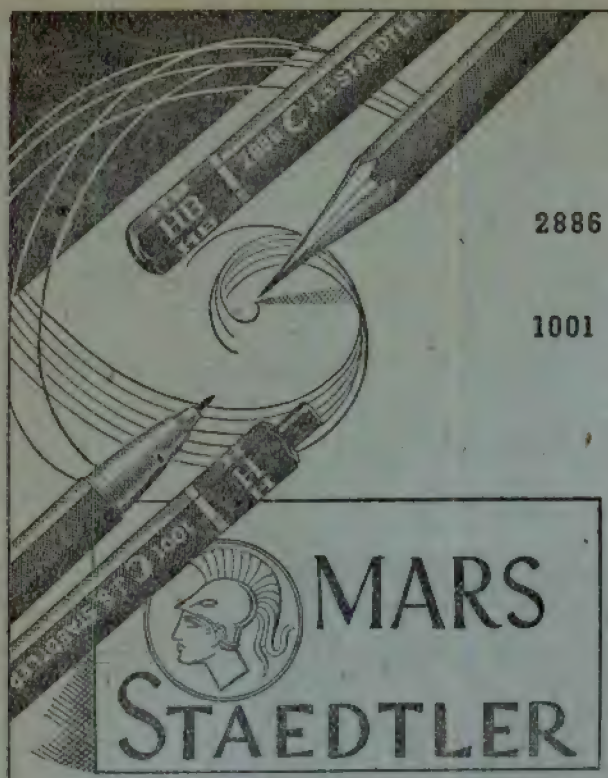
Supondo que a frequência inicial do regime livre é $\omega_0 > \frac{\omega}{3}$ haverá um instante t_1 em que a pulsação variável $\omega(t)$ é

$$\omega(t_1) = \frac{\omega}{3}$$

4 — Nestas condições coexistem duas oscilações de pulsação ω e $\frac{\omega}{3}$; se à sobreposição destas duas oscilações corresponder uma oscilação (fluxo) suficientemente próxima duma solução estável, considerada, o regime transitório tende para ela.

* * *

No oscilograma (15) representa-se a tensão na bobina e_B no condensador e_c e a



MARS - LUMOGRAPH

O lapis universal de traço espesso para escrita e todos os desenhos, dando reproduções de planos impecaveis

2886 MARS-LUMOGRAPH o lapis com 19 graus de dureza especialmente estudados

1001 MARS-LUMOGRAPH-TECHNICO, a lapiseira moderna com saida da mina por pressão, impecavelmente equilibrada quanto á distribuição do peso, de execução perfeita, com as minas 1903 em 15 graus de dureza

Representantes gerais em Portugal:
Ahlers, Lindley, Lda.
Rua Ferregial de Baixo 33-2º
Lisboa
Telefones 21321/4

Companhia União Fabril

Sede: Rua do Comercio, 49

LISBOA

O MAIOR AGRUPAMENTO INDUSTRIAL DA PENINSULA IBÉRICA

Fábricas em:
Alferrarede, Barreiro, Canas de Senhorim, Lisboa, Mirandela, Óbidos, Porto, Soure e Vila Nova de Gaia.

Superfosfatos, Sulfatos de Cobre, Enxofre, Sabões, Acidos, Oleos industriais e alimentares, Azeites, Torteame, Sacarias, Grossarias, Fios, Carpetes e Mangueiras.

Oficinas de:
Construções metalicas, Mecânica geral de Automoveis e Engrenagens

Fundição de:
AÇO, FERRO E OUTROS METAIS

Construção Naval

(Arrendataria do estaleiro naval da A. G. P. L.)

Metalurgia de Ouro e Prata — Refinação electrolitica

MÁRMORES

aos melhores preços

Em todas as aplicações

IIII

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

IIII

Pedidos à

Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

LISBOA

Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos

S. A. R. L.

FÁBRICA DE CARBONETO DE CÁLCIO E FERRO-LIGAS

Carboneto de Cálcio, Ferro, Ferro-Silício, Ferro-Manganês e Estanho

FÁBRICA DE CIANAMIDA CÁLCICA

(Em construção)

Instalações Fabris

Canas de Senhorim

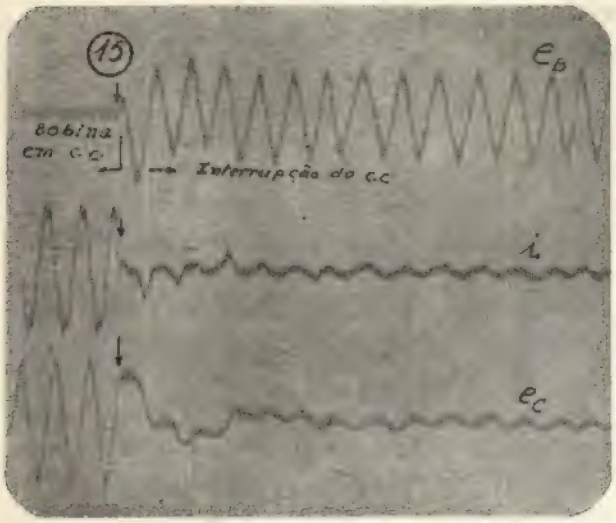
Telef. 6 7222

Sede — Lisboa

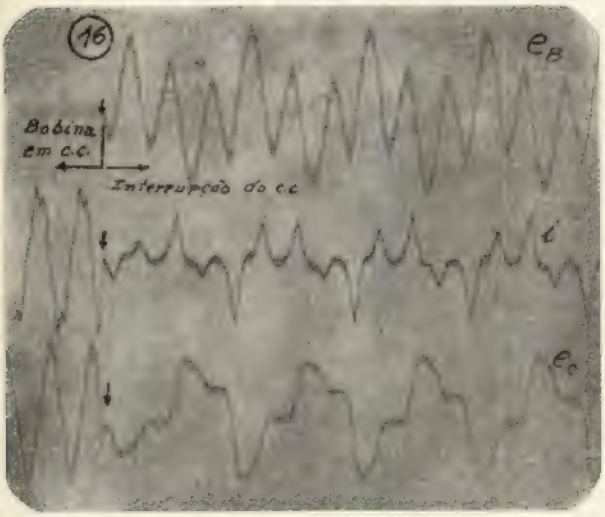
Largo do Directório, 4, 2.º

Telef. 2 5343

corrente i; o regime livre, resultante da interrupção do curto-circuito na bobina, não resultou eficiente.



Fot. 15



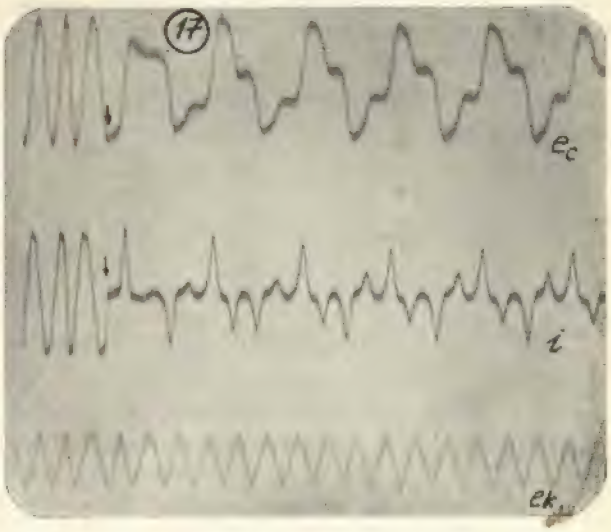
Fot. 16

Nos oscilogramas (16) (17), pelo contrário, o regime com a sub-harmónica estabeleceu-se e, como se pode observar, quase imediatamente.

16 — Processo contínuo de obter a sub-harmónica ($^1/_3$)

Vamos estabelecer, agora, um processo de atingir de modo contínuo o regime permanente da sub-harmónica considerada.

Baseia-se este processo nas propriedades dos circuitos oscilantes com bobinas de núcleo de ferro saturado, cujo regime for-



Fot. 17

çado é já bem conhecido. Na fig. (14) representamos uma família de características $E_{kef} = f\,(I_{ef})_R$ referentes a um dado conjunto bobina-capacidade.

Gozam estes circuitos da propriedade interessante de apresentarem correntes distintas para um estado inicial $[E_k, R]$ e um estado final $[E_k, R]$ obtido após determinada transformação; exemplifiquemos este facto a partir da fig. (14).

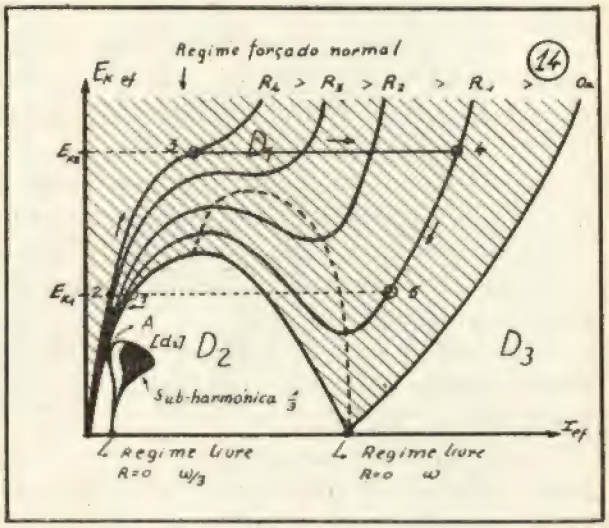


Fig. 14

Consideremos um ponto do plano $[E_k, I]$ correspondente a

$R = R_1$ $E_k = E_{k1}$, seja o ponto ①

Façamos as seguintes transformações fig. (14)

① $[R_1, E_{k1}] \rightarrow$ ② $[R_1 E_{k1}]$
② $[R_1, E_{k1}] \rightarrow$ ③ $[R_1 E_{k2}]$
③ $[R_1, E_{k2}] \rightarrow$ ④ $[R_1, E_{k2}]$
④ $[R_1, E_{k2}] \rightarrow$ ⑤ $[R_1, E_{k1}]$

Isto é, após termos voltado às condições iniciais obtemos um estado ⑤ distinto do estado ①, notemos que durante estas transformações E_k, I, variaram contìnuamente.

* * *

Como vimos e podemos observar na fig. (9) as características $[E_k, I]_{R=0}$ relativas aos regimes normal e de sub-harmónica ($^1/_3$) têm um ponto comum *A* que se situa numa região de estabilidade do primeiro e instabilidade do último.

Na fig. (14) representamos numa proporção aproximada os domínios de existência no plano $[E_k, I]_{ef}$ da sub-harmónica e do regime forçado normal, relativas a um dado conjunto bobina-capacidade e para uma dada pulsação ω de e_k.

* * *

Vamos tentar, agora, uma classificação sumária da região $[E_k, I]_{ef}$ para o que a consideraremos dividida em três domínios $[D_1]$ $[D_2]$ $[D_3]$.

Por $[D_1]$ e a tracejado representamos o domínio de existência do regime forçado normal. Isto é, a cada ponto da região a tracejado corresponde uma solução do regime considerado.

O ponteado em $[D_4]$ designa o domínio de existência de soluções instáveis do mesmo regime.

Por $[D_2]$ designamos um domínio onde existem sub-harmónicas; o domínio de existência da sub-harmónica 1/3 é um sub-domínio $[d_2]$ de $[D_2]$.

A escuro representamos a zona de estabilidade, a branco a de instabilidade.

$[D_3]$ representa um domínio que agora não investigamos.

Notemos que estes domínios dependem da pulsação ω.

* * *

Como se conclui fàcilmente, não poderemos atingir o sub-domínio $[d_2]$ por variações exclusivas de $[R, E_k]$ pois que com estes parâmetros apenas obteríamos pontos de $[D_1]$.

Portanto, uma vez que não utilizemos outra variável, não poderemos atingir de modo contínuo $[d_2]$.

Os métodos utilizados, conduzindo a um regime transitório, colocam-nos na proximidade de $[d_2]$ permitindo-nos obter os regimes considerados sem passar por estados intermédios.

Para obtermos as sub-harmónicas 1/3 vamos fazer uma transformação que nos conduza, depois de voltarmos às condições iniciais, a um regime com sub-harmónicas; para isso introduziremos uma nova variável.

Essa nova variável será uma tensão $e_{k\,1/3} = E_{k\,1/3} \cos\left(\frac{\omega t}{3} + \theta\right)$ que faremos actuar em série com a tensão $e_k = E_k \cos \omega t$.

Cada estado fica agora definido por

$$[\dot{E}_k, \dot{E}_{k\,1/3}, R]$$

em que

$$\dot{E}_k = E_k \, \varepsilon^{j\theta}$$

$$\dot{E}_{k\,1/3} = E_{k\,1/3} \, \varepsilon^{j\theta}$$

Qualquer estado do plano $[E_k, I]$ anteriormente considerado será representado por

$$[\dot{E}_k, 0, R]$$

A transformação consistirá pois em partir dum estado $[\dot{E}_k, 0, R]$ evoluir ao longo dum percurso conveniente em que $E_{k\,1/3} \neq 0$ e em seguida, fazendo de novo $E_{k\,1/3} = 0$, cair nas condições iniciais mas com a sub-harmónica $\frac{1}{3}$.

Afim de melhor compreender estas transformações, representamos na fig. (15) em proporção aproximada as características correspondentes ao regime forçado normal de pulsação $\frac{\omega}{3}$ e a desmultiplicação 1/3 relativa à harmónica ω e sub-harmónica $\frac{\omega}{3}$ ou seja uma sobreposição dos planos $[E_k, I]_{ef}$, $[E_{k\,1/3}, I]_{ef}$.

Antes de iniciarmos a referida transformação recordemos a linearização feita em relação ao regime

$$\varphi = x_1 \operatorname{sen}(\omega t + \psi_1) + x_3 \operatorname{sen} \frac{\omega t}{3}$$

onde se fez

$$\psi = 3\,\psi_3 - \psi_1 = -\psi_1 \qquad \psi_3 = 0$$

Nestas condições

$$R_{1/3} = -\frac{b\,\omega}{4}\,\frac{x_1\,x_3^3}{I^2_{1/3}} \operatorname{sen}\psi_1$$

$$R_1 = +\frac{b\,\omega}{4}\,\frac{x_1\,x^3_3}{I_1^2} \operatorname{sen}\psi_1$$

o que significa que só é possível um regime com sub-harmónica se $R_{1/3} < 0$ ou seja $\operatorname{sen}\psi_1 > 0$.

Na origem dos tempos a harmónica está em avanço em relação à sub-harmónica; há fornecimento de energia da primeira para esta última.

* * *

Recordemos agora que o fluxo φ no regime forçado normal correspondente à pulsação $\frac{\omega}{3}$ tem a forma:

$$\varphi_{1/3} = x_3 \operatorname{sen}\left(\frac{\omega}{3}\,.\,t\right) + x_1 \operatorname{sen}\left(3\,.\,\frac{\omega}{3}\,t + \theta_1\right)$$

a última parcela representa a 3.ª harmónica desse regime.

Como nesse caso a fundamental $\left(\frac{\omega}{3}\right)$ fornece energia à 3.ª harmónica $\left(3\,\frac{\omega}{3}\right)$ deverá ser

$$R_{1/3} > 0 \quad \text{e} \quad R_1 < 0$$

ou seja

$$\operatorname{sen}\theta_1 < 0$$

Como se viu no estudo anterior ψ_1 está compreendido entre 0 e π.

$$0 < \psi_1 < \pi$$

e, portanto

$$\operatorname{sen}\psi_1 > 0 \qquad R_{1/3} < 0 \qquad R_1 > 0$$

enquanto que θ_1 está compreendido entre π e 2π $\pi < \theta_1 < 2\pi$ portanto $\operatorname{sen}\theta_1 < 0$ $R_{1/3} > 0$ $R_1 < 0$ sendo ainda

$$\theta_1 \to \pi \qquad R \to 0$$
$$\theta_1 \to 2\pi \qquad R \to \infty$$

* * *

Consideremos agora a referida transformação a partir dum estado ① $\dot{E}_k = \dot{E}'_k$ $R = R_1$.

Uma vez que se admita outra variável, $\dot{E}_{k\,1\,3}$ devemos assinalar ① por

$$① \quad [\dot{E}'_k, 0, R_1]$$

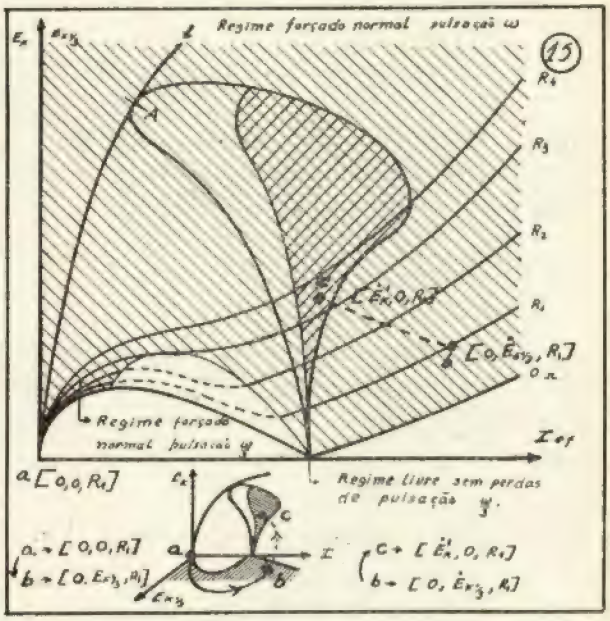


Fig. 15

Façamos as transformações

① $[\dot{E}'_k, 0, R_1] \to$ ② $[0, 0, R_1]$ ⓐ origem das coordenadas

② $[0, 0, R_1] \to$ ③ $[0, \dot{E}'_{k\,1/3}, R_1]$ ⓑ

Fazendo uma variação semelhante à re-

ferida na fig. (14) poderemos obter ③ contìnuamente a partir de ② .

Para não complicar a fig. (15) não representamos o estado ① .

O regime correspondente a ⓑ é regido pela equação

$$\frac{d^2\varphi}{du^2} + \varepsilon \frac{d}{du}\left(\alpha\varphi + \beta\varphi^3\right) + \alpha\varphi + \beta\varphi^3 =$$

$$= -\lambda_{1/3} \operatorname{sen}\left(\frac{u}{3} + \theta\right)$$

$$\lambda_{1/3} = \frac{1}{3\omega} E_{k\,1/3}$$

$$\varphi = \varphi_{1/3} = x_3 \operatorname{sen}\frac{\omega t}{3} +$$

$$+ x_1 \operatorname{sen}\left(3\frac{\omega t}{3} + \theta_1\right) \qquad \pi < \theta_1 < 2\pi$$

do estado ③ evoluiremos do modo seguinte

③ $[0, \dot{E}'_{k\,1/3}, R_1] \rightarrow$ ④ $[\dot{E}'_k, \dot{E}_{k\,1/3}, R_1]$

④ $[\dot{E}'_k, \dot{E}'_{k\,1/3}, R_1] \rightarrow$ ⑤ $[\dot{E}'_k, 0, R_1]$ ⓒ

que é finalmente um estado em que os parâmetros têm o mesmo valor que em ① mas em que existe a sub-harmónica 1/3 .

* * *

Se introduzirmos a partir do estado ③ → ⓑ uma tensão $e_k = E_k \cos \omega t$ e desde que E_k seja pequeno podemos calcular a variação φ_1 que $\varphi_{1/3}$ sofre a partir da equação

$$\frac{d\varphi^2}{du^2} + \varepsilon \frac{d}{du}(\alpha + 3\beta\varphi^2_{1/3})\ \varphi_1 + (\alpha + 3\beta\varphi^2_{1/3})\ \varphi_1 =$$
$$= -\lambda \operatorname{sen} u$$

em que $\lambda = \frac{E_k}{\omega}$.

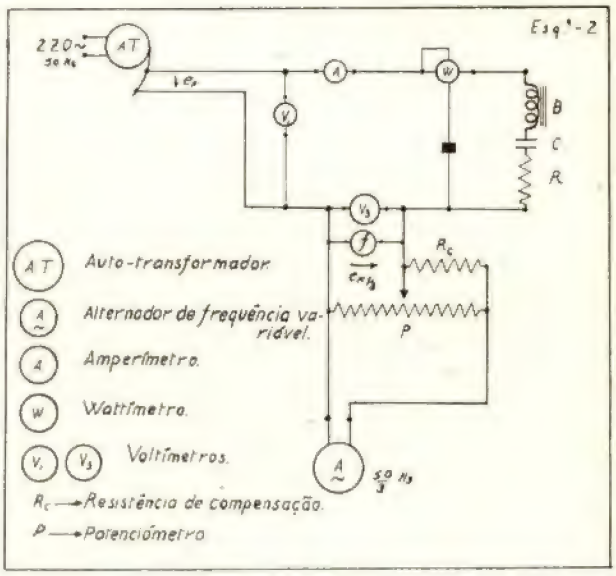
Esta equação permite-nos estudar a variação sofrida por $\varphi_{1/3}$ devido à introdução da tensão $e_k = E_k \cos \omega t$.

Podíamos agora variar a amplitude de $e_{k\,1/3}$ e em seguida a fase e estudarmos através de equações variacionais, semelhantes à considerada, a evolução que sofria o fluxo.

* * *

Dispondo de dois geradores síncronos de pulsações ω e $\frac{\omega}{3}$ e desfasagem regulável seria fácil evolucionar de modo a chegarmos exactamente a um regime com sub-harmónica (1/3) ùnicamente alimentado por e_k pois far-se-ia $e_{k\,1/3} = 0$ e que seria de novo $[E'_k, 0, R_1]$, mas num regime com sub-harmónica 1/3 .

Pràticamente, não dispunhamos desses geradores e assim usámos como fonte de e_k o sector local e como fonte de $e_{k\,1/3}$ um alternador auxiliar (Esquema 2) alimentando o circuito considerado segundo o esquema.



Esq. 2

A resistência R_c destina-se a compensar a variação da impedância de carga do alternador ao variar a tensão aplicada ao circuito desde $E_{k\,1/3}$ max até $E_{k\,1/3} = 0$.

A pequena variação que a impedância sofre permitiu-nos manter o alternador em sincronismo sem o que seria impossível fazer a transformação e transferência de potência a que nos referiremos.

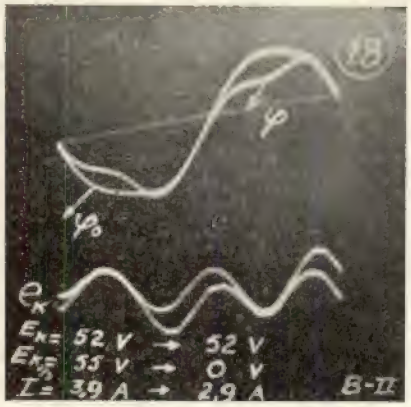
* * *

Pràticamente procedemos do modo seguinte:

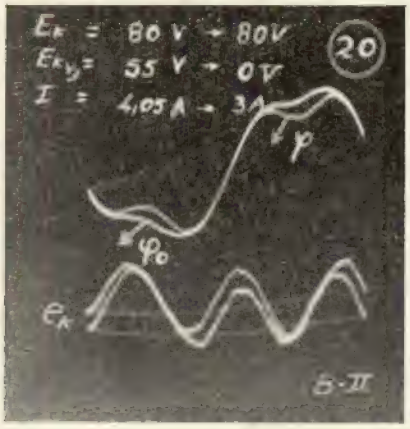
1) Partimos da origem $[0, 0, R_1]$ ⓐ

2) Aplicamos a tensão $e_{k\,1/3}$ do alternador $\left(\frac{\omega}{3}\right)$; e evoluimos de modo a obter um regime de corrente elevada $[0, E_{k\,1/3}, R_1]$ (b)

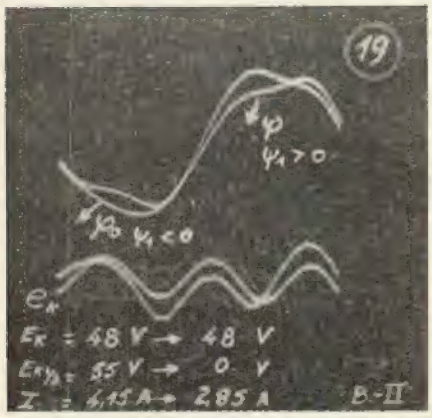
À medida que diminuimos a tensão $E_{k\,1/3}$ a forma do fluxo, osc.ª (19), modificava-se devido à variação da desfasagem relativa (ψ_1) entre harmónica e sub-harmónica da



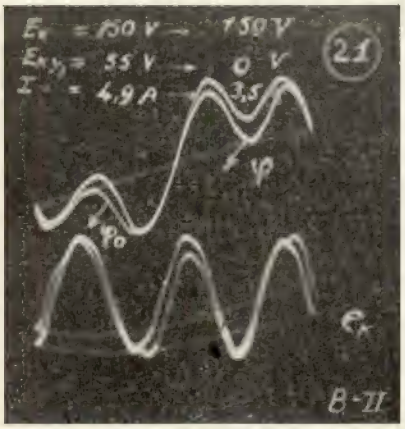
Fot. 18



Fot. 20



Fot. 19



Fot. 21

3) Começamos a introduzir dum modo crescente a tensão e_k do auto-transformador (ω); obtivemos uma corrente mais elevada ainda $[E_k, E_{k\,1/3}, R_1]$

4) Fizemos tender para zero $\dot{E}_{k\,1/3}$ obtendo-se um regime alimentado só por e_k e com sub-harmónica $[E_k, 0, R_1]$ (c).

Na fig. (15) estas transformações estão representadas esquemàticamente.

Como se concluiu experimentalmente não foi necessário regular desfasagens, isto porque se deu uma sincronização do alternador, que não só se manteve em sincronismo como variou e se adaptou à fase conveniente.

qual depende o sinal de $R_{1/3}$ e R_1 e portanto a possibilidade da desmultiplicação de frequência.

Nos oscilogramas (18) (19) (20) (21) φ_0 e φ que são as duas formas de fluxo correspondentes respectivamente aos estados

$$[\dot{E}_k, \dot{E}_{k\,1/3}, R_1] \rightarrow (4) \text{ e } [E_k, 0, R_1] \rightarrow (5) \rightarrow (c)$$

vê-se nìtidamente a evolução de ψ_1 principalmente nos oscilogramas (18) e (19).

No oscilograma (19) no 1.º estado $[E_k, E_{k\,1/3}, R_1] \rightarrow \varphi_0$ a oscilação (ω) está

em atrazo, na origem dos tempos, em relação a $\left(\frac{\omega}{3}\right)$ o que significa que o alternador ($e_{1/3}$) está a cobrir perdas correspondentes à pulsação (ω). No estado final $[E_k, 0, R] \rightarrow ?$ já a situação é diversa; encontra-se a harmónica (ω) em avanço em relação à sub-harmónica $\left(\frac{\omega}{3}\right)$ estamos num regime de desmultiplicação de frequência: as perdas da sub-harmónica estão a ser cobertas pela harmónica.

Estes resultados estão em perfeita concordância com as conclusões obtidas a partir da linearização.

17 — Classificação do regime considerado. Conclusões gerais.

De acordo com este processo podemos classificar o regime de desmultiplicação de frequência como um regime limite dum regime forçado correspondente a uma tensão $e_k = e_{k1} + e_{k1/3}$ quando $e_{k1/3}$ tende para zero a partir dum estado conveniente.

Esse estado e esse caminho existem, mostra-o a experiência; contudo, convém assinalar, deverá haver caminhos e estados a partir dos quais é impossível conseguir-se o regime limite, isso só ficaria averiguado a partir do estudo do regime forçado, correspondente à tensão composta

$$e_k = E_k \cos \omega t + E_{k\,1/3} \cos \left(\frac{\omega t}{3} + \theta\right)$$

A classificação feita está de acordo com o processo descrito; contudo, podemos interpretar o fenómeno da desmultiplicação de frequência sob um aspecto mais geral.

Na realidade, a sub-harmónica (1/3) ou outra qualquer não é mais do que uma oscilação livre mantida no circuito considerado mediante a não linearidade do mesmo e alimentada pela tensão $e_k = E_k \cos \omega t$.

Como se viu a partir da linearização relativa ao regime considerado é a desfasagem entre a harmónica e a sub-harmónica que determina o sinal de $R_{1/3}$.

$R_{1/3}$ é negativa sempre que, na origem dos tempos, a harmónica estiver em avanço em relação à sub-harmónica, esta é uma condição necessária de existência de oscilações sub-harmónicas.

O estudo da estabilidade levou-nos à conclusão, confirmada pela experiência, que as oscilações sub-harmónicas consideradas não se manifestam expontâneamente.

Isto significa que todos os estados $[E_k, 0, R]$ são estáveis e portanto não existe auto-excitação a partir do estado original, regime forçado normal.

Para obter as referidas oscilações teremos que provocar uma perturbação, método normalmente seguido, ou então evoluir de modo conveniente com uma tensão auxiliar de pulsação $\frac{\omega}{3}$ e que depois se faz tender para zero.

* * *

Uma vez que a fonte de energia tem a pulsação ω só é possível manter, à custa da mesma, oscilações em que a pulsação seja ou $k\omega$, k racional.

Deste modo, o fenómeno da existência de sub-harmónicas pode ser encarado como um caso de sincronização duma oscilação $\frac{\omega}{3}$ pela oscilação forçada ω.

18 — Limitação do domínio de frequências devido às perdas no ferro

Da teoria feita concluímos que existe para um dado conjunto bobina-capacidade um limite inferior f_c da frequência, abaixo do qual não se podia observar a desmultiplicação 1/3; superiormente não havia limitações.

Acontece, porém, que desprezamos as perdas no ferro que, como se sabe, aumentam com a frequência.

Sendo assim, e recordando que a partir duma certa frequência (fig. 3) a resistência crítica R_c deminui com a frequência, existe uma frequência f_{cM} a partir da qual a resistência equivalente é superior à critica R_c correspondente e, portanto, o fenómeno deixa de se observar.

Deste modo, devido à existência das perdas no ferro, a desmultiplicação é limitada a um intervalo finito de frequências.

BIBLIOGRAFIA

Contribution a l'Étude Experimentelle de la Ferro-Resonance — E. ROUELLE.
Revue Generale de l'Electricité — 1934, págs. 715, 763, 795, 841.

Quelques Nouvelles Experiences de Demultiplication de Frequence dans un Circuit Oscillant a Noyau de Fer — E. ROUELLE.
Revue Generale de l'Electricité — 1936, pág. 811.

Recherches sur la Demultiplication de Frequence Ferro-Magnetique — R. DEHORS.
Revue Generale de l'Electricité — 1947, pág. 455.

Nonharmonic Oscillations as Caused by Magnetic Saturation — REINHOLD RÜDENBERG.
Transactions of the American Institute of Electrical Engineers — 1949 — Part. I, pág. 676.

Introduction to Non-Linear Mechanics — N. KRYLOFF AND N. BOGOLIUBOFF.
Princeton University Press — 1943.

Lectures on Differential Equations — SOLOMON LEFSCHETZ.
Princeton University Press — 1948.

Contributions to the Theory of Non-Linear Oscilations — Edited by SOLOMON LEFSCHETZ.
Princeton University Press — 1950.

ERRATA

Pág.	coluna	linha	onde se lê	deve ler-se
235	2	6	considereções	considerações
236	2	10	$(x_3 + 2\, x_3\, x_1^2)$	$(x_3^3 + 2\, x_3\, x_1^2)$
237	2	22,23	Q_3; P_1	Q_1; P_3
238	1	22,24	$(x_3^2 + 2\, x_1\, x_3)$	$(x_3^2 + 2\, x_1^2)$
242	2	11	$4\, y_3^2$	y_3^2

DO MUNDO TÉCNICO

Cálculo de revestimento de túneis de alvenarias

Pelo Prof. LUIGI LAMANGNA;

«Bulletin de l'Association Internationale du Congrés des Chemins de Fer», Abril 1951.

C. D. 624.191.012

Na presente nota estabelece-se um método de cálculo analítico do revestimento dum túnel, escavado a grande ou pequena profundidade, e construído num solo homogéneo e limitado superiormente por uma superfície plana horizontal. A hipótese dum terreno homogéneo é necessária para poder apresentar uma solução simples para os cálculos práticos; no caso de túneis pouco profundos e de superfície livre do terreno ser inclinada transversalmente, a distribuição das forças sobre o revestimento é assimétrica e não há portanto que tentar uma solução geral.

O cálculo das dimensões do revestimento da alvenaria dum túnel pressupõe o conhecimento da forma da linha média da secção, e o das cargas que recebe do terreno.

No caso de túneis escavados a pequena profundidade, em que a totalidade das terras suprajacentes pesa sobre o revestimento, a teoria dos impulsos das terras é suficiente para determinar as acções que se exercem. No caso de túneis escavados a grande profundidade, a determinação das cargas tem sido objecto dos numerosos estudos de muitos autores, entre os quais os de Ritter, Kommerell e Bierbaumer para terrenos coerentes e os de Corini e os nossos para terrenos incoerentes.

Segundo a opinião hoje geralmente aceite, as solicitações sobre o revestimento dum túnel profundo podem resumir-se ás de um volume cilíndrico de terreno, limitado pela curva D A H B C, com os pontos A e B na horizontal de O (fig. 2), e fazendo os segmentos de recta D A e C B ângulos de $\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$ graus com a vertical. Tudo se passa como se não existisse a parte restante do terreno. Os vários autores diferem só na forma da curva A H B, parábola ou semi-elipse, que na realidade diferem muito pouco. Supomo-la parábola.

A flecha O H = f da curva A H B tem valores diferentes para os diversos terrenos, consoante a sua coesão.

Quando se trata dum túnel pouco profundo, a curva A H B não existe, e podem considerar-se prolongadas até á superfície as rectas D A e C B.

Nestes dois casos as acções sobre os revestimentos, assim como a forma e as dimensões destes, podem ser determinadas de uma forma geral.

Posição geral do problema

Em geral os revestimentos dos túneis de alvenaria são construídos de tal forma que se podem considerar separadamente a abóbada e os pés direitos. Começaremos portanto por estudar a estabilidade da abóbada, considerando só a metade esquerda, supondo-a cortada no fecho, isto é, tomando para incógnitas hiperstáticas o momento M_0 no fecho e a reacção M_0, horizontal em virtude da simetria de cargas e de forma.

As formas normalmente adoptadas para a abóbada são as curvas em asa de cesto, para os túneis ferroviários e a volta inteira para os rodoviários. Sob o ponto de vista dos cálculos que nos propomos resolver, as curvas em asa de cesto podem ser assemelhadas, com aproximação suficiente, a semi-elipses cujo eixo maior pode ser vertical ou horizontal, conforme se trata das linhas de via única ou dupla, ou ainda as parábolas. Consideraremos portanto três casos, conforme a linha média da secção é parabólica, eliptica ou circular.

A espessura do revestimento da abóbada é muitas vezes constante, mas pode também variar, duma forma contínua ou brusca, em degraus. Nós só consideraremos os casos de espessura constante, e variável de uma forma contínua segundo a lei $I = I_0 \frac{ds}{dx}$, que são as únicas que permitem um cálculo analítico suficiente simples.

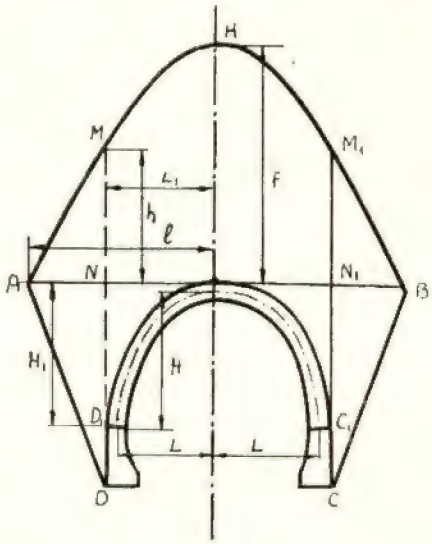


Fig. 1

No caso do túnel superficial (fig. 1) as solicitações exteriores sobre o revestimento da abóbada são representadas por 1) cargas verticais, o peso do prisma de secção $D_1 N M H M_1 N_1 C_1 O D_1$ (X 1) 2) cargas horizon-

tais, a impulsão das terras na altura $D_1 N$ considerando a sobrecarga igual à altura de terras $M N = h$ (X 1) 3) o peso próprio.

No caso do túnel profundo actuam, anàlogamente (fig. 2) 1) cargas verticais, o peso do prisma de secção $D_1 N M H M_1 N_1 C_1 O D_1$ (X 1) 2) cargas horizontais, a impulsão das terras na altura $D_1 N_1$ considerando a sobrecarga igual ao peso médio do prisma A N M (X 1) e 3) o peso próprio.

Ainda com o fim de abreviar os cálculos, e apresentar resultados de fácil aplicação, faremos duas hipóteses simplificativas que, como é óbvio, não introduzem erros apreciáveis: admite-se, na avaliação das cargas verticais e horizontais (peso e impulso das terras) que, qualquer que seja a forma da linha média da abóbada, a sua curva de extradorro é uma parábola; e, só para a avaliação do peso próprio do revestimento (cujo valor é quási sempre pouco importante) que a linha média do arco é uma circunferência.

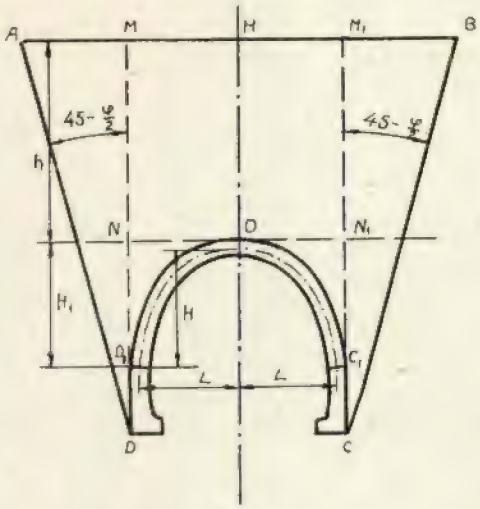


Fig. 2

O cálculo é feito por aplicação de teorema do trabalho mínimo. Sendo $\mathcal{Z}$ o trabalho deformação

$$\mathcal{Z} = \int_0^1 \frac{M^2}{E I} \, ds$$

resulta, igualando a zero as derivadas de $\mathcal{Z}$ (segundo a regra dos integrais paramétricos) em ordem às incógnitas hiperstáticas, o sistema de equações:

$$\begin{cases} \displaystyle\int_0^1 \frac{M}{I} \frac{\partial M}{\partial M_0} \, ds = 0 \\ \displaystyle\int_0^1 \frac{M}{I} \frac{\partial M}{\partial M_0} \, ds = 0 \end{cases}$$

Considerando um sistema de eixos ortogonais com origem no centro de gravidade da secção do fecho, para uma secção genérica X de centro de gravidade (x, x) será

$$M = M_0 - H_0 y + \mathfrak{M} + \mathfrak{M}_h + \mathfrak{M}_p$$

em que M_ϑ, M_h e $\mathfrak{M}_p$ são, respectivamente, os momentos estáticos, em relação ao centro de gravidade da secção considerada, das componentes vertical e hozizontal das cargas exteriores, e do peso próprio do revestimento, interessando a parte compreendida entre o fecho e a secção X.

Substituindo, resulta

$$\begin{cases} M_0 \displaystyle\int_0^1 \frac{ds}{I} - H_0 \int_0^1 \frac{y}{I} \, ds = - \int_0^1 \frac{\mathfrak{M}_\vartheta}{I} \, ds - \\ - \displaystyle\int_0^1 \frac{\mathfrak{M}_h}{I} \, ds - \int_0^1 \frac{\mathfrak{M}_p}{I} \, ds \; M_0 \int_0^1 \frac{y}{I} \, ds - \\ - H_0 \displaystyle\int_0^1 \frac{y^2}{I} \, ds = - \int_0^1 \frac{\mathfrak{M}_\vartheta \, y}{I} \, ds - \int_0^1 \frac{\mathfrak{M}_\vartheta \, y}{I} \, ds - \\ \qquad - \displaystyle\int_0^1 \frac{\mathfrak{M}_p \, y}{I} \, ds \end{cases}$$

Alguns destes integrais dependem das características geométricas da abóbada, os outros das cargas aplicadas. Para o cálculo dos primeiros temos de atender à forma da linha média da abóbada (parábola, elipse ou circunferência) e à lei da variação do momento de inércia. No cálculo dos segundos integrais, temos de distinguir os casos dos túneis construídos a pequena e a grande profundidade, por serem diferentes as cargas nos dois casos.

Resolvendo o sistema de equações obtém-se finalmente

$$\begin{cases} M_0 = M_\vartheta + M_h + M_p \\ H_0 = H_\vartheta + H_h + H_p \end{cases}$$

sendo os valores das parcelas dos segundos membros dados pelos quadros I e II.

Nessas expressões o significado das letras é o seguinte:

$2 e_0$ — espessura da abóbada no fecho
$2 e_m$ — espessura média da abóbada
γ — peso específico das terras
γ' — peso específico das alvenarias

$$\varepsilon = \gamma \, tg^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$$

φ — ângulo de atrito interno das terras

$$h = f \left(x = \frac{L_1^2}{l^2}\right)$$

$$k = \frac{a_1}{a} \text{ sendo } a_1 = \frac{H_1}{L_1^2};$$

$$a = \frac{H}{L^2} \quad K' = \frac{a_1 - \frac{f}{l^2}}{a}.$$

A linha média de abóbada é definida pela equação $y = ax^2$ no caso de ser parábola, e, sendo elipse, por excentricidade c, dada por

$$c^2 = \frac{L^2 - H^2}{L^2} \text{ se } L > H$$

ou

$$c^2 = \frac{H^2 - L^2}{H^2} \text{ se } L > H;$$

o sinal superior de $(1 - C^2) \mp {}^1/_2$ que aparece nos quadros refere-se à 1.ª hipótese, e o sinal superior à 2.ª

Os valores de $L, L_1, H, H_1\ h, f^1$, estão indicados nas figuras 1 e 2, e os valores de A, B, C, D, são dados pela tabela, em função de $\beta = 2\ \frac{H}{L}$.

Tabela dos valores de A, B, C, D

β	A	B	C	D
1,5	0,01525	0,1770	0,002711	0,03615
1,6	0,01542	0,1780	0,002741	0,03618
1,7	0,01558	0,1788	0,002780	0,03621
1,8	0,01574	0,1796	0,002820	0,03624
1,9	0,01590	0,1805	0,002860	0,03628
2,0	0,01605	0,1813	0,002900	0,03632
2,1	0,01622	0,1818	0,002939	0,03636
2,2	0,01638	0,1823	0,002978	0,03641
2,3	0,01655	0,1827	0,003017	0,03645
2,4	0,01672	0,1831	0,003056	0,03649
2,5	0,01689	0,1834	0,003095	0,03654
2,6	0,01705	0,1836	0,003134	0,03659
2,7	0,01719	0,1837	0,003173	0,03663
2,8	0,01733	0,1838	0,003212	0,03666

Exemplo de aplicação — Verificar a estabilidade da secção indicada na figura, destinada a via única, construída a profundidade considerável, em terreno argilo-arenoso húmido, para o qual $\varphi = 20°$.

Teremos, conforme indica a figura,

$$2\,s_0 = 0{,}80^m \qquad 2\,s_m = 0{,}92^m$$

$$\gamma = \gamma' = 2.000 \text{ kg/m}^3$$

$$2\,L = 6{,}60^m \qquad 2\,L_1 = 7{,}80^m$$

$$H_1 = 4{,}18^m \qquad H = 3{,}82^m$$

$$\varepsilon = 2.000\ \text{tg}^2 \left(45 - \frac{20}{2}\right) = 980 \text{ kg/m}^3$$

$$l = 4{,}30 + 7{,}7\ \text{tg} \left(45 - \frac{20}{2}\right) = 9{,}66 \text{ m}^3$$

Toma-se para altura da parábola da carga, $f = 18^m$.

Este exemplo é apresentado por Vincenzo Desimon em «Costruzion delle gallerie», vol. I, pág. 104, e calculado pelo método gráfico clássico. Para a secção de fecho obtem-se $M_0 = -7.837$ kg/m, $H = 82.500$ kg e tensão máxima de compressão, $\sigma = 17{,}6$ kg/cm².

Vamos supor que a espessura da abóbada varia segundo a lei $I \cos \alpha = I_0$, e que a sua linha média

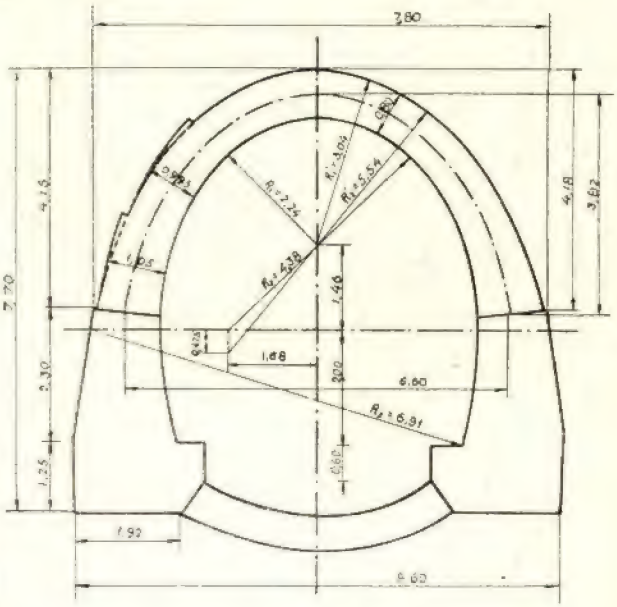


Fig. 3

é uma semi-elipse. Teremos os seguintes resultados numéricos

$$h = 18 \left(1 - \frac{3{,}30^2}{9{,}66^2}\right) = 15{,}90 \qquad s_0 + \frac{h}{2} = 8{,}35$$

$$a_1 = \frac{4{,}18}{3{,}90^2} = 0{,}274 \qquad k = \frac{0{,}274}{0{,}350} = 0{,}783$$

$$a = \frac{3{,}82}{3{,}30^2} = 0{,}350 \qquad k' = \frac{0{,}274 - \frac{18}{9{,}66^2}}{0{,}350} = 0{,}231$$

Como

$$L < H \text{ é } c^2 = \frac{3{,}82^2 - 3{,}30^2}{3{,}82^2} = 0{,}2537$$

e

$$(1 - c^2)\ {}^1/_2 = 0{,}8639$$

Teremos, conforme indica o quadro II,

$$M^v = -\frac{2000}{100} \times 3{,}30^2\ (2{,}5769 \times 18 - 0{,}4518 \times 0{,}231 \times \times 3{,}82) = -10.019 \text{ kgrm}$$

$$H^v = 2000 \times 3{,}30\ (0{,}6573 \times 18 + 0{,}098 \times 0{,}231 \times 3{,}82) \times \times 0{,}8639 = 67.954 \text{ kg}$$

$$M^h = 0{,}522 \times 980 \times 0{,}783 \times 3{,}82\ (15{,}90 \times 0{,}40 - 3{,}82 \times \times 8{,}35 - 3{,}82^2) = 6.140 \text{ kgrm}$$

$$H^h = 980 \times 0{,}783 \times \frac{3{,}82}{3{,}30}\ (1{,}31 \times 15{,}90 \times 0{,}40 + + 1{,}178 \times 3{,}82 \times 8{,}35 + 0{,}678 \times 3{,}82^2) \times 0{,}8639 = 42{,}817 \text{ kg}$$

Quadro I — Túneis superficiais

	Valor de	Abóbada parabólica	Abóbada elíptica	Abóbada circular
Abóbada de espessura variável segundo a lei $I \cos \alpha = c^{te}$.	M_v	$-\frac{1}{140}\gamma k H L^2$	$-\frac{\gamma}{100} L^2 (2{,}5769\, h - 0{,}4518\, k H)$	Fazer nas expressões anteriores relativas à abóbada elíptica, $c = 0$
	H_v	$\frac{1}{14}\gamma \frac{L^2}{H}(7\, h + k H)$	$\gamma L\, [0{,}6573\, h + 0{,}0985\, k H]\, (1 - c^2)^{\mp 1/2}$	
	M_h	$-\frac{3}{7}\varepsilon k H^2 \left[\frac{1}{5}\left(e_o + \frac{h}{2}\right) + \frac{4}{27} H\right]$	$-0{,}0522\, \varepsilon k H \left[h e_o - H\left(e_o + \frac{h}{2}\right) - H^2\right]$	
	H_h	$15\, \varepsilon k \left[\frac{1}{15} h e_o + \frac{2}{35}\left(e_o + \frac{h}{2}\right) H + \frac{2}{63} H^2\right]$	$\varepsilon k \frac{H}{L}\left[1{,}310\, h e_o + 1{,}1784\left(e_o + \frac{h}{2}\right) + 0{,}678\, H^2\right](1 - c^2)^{\mp 1/2}$	
	M_p	0	$-0{,}06145\, \gamma' e_m L^2$	
	H_p	$1{,}07 \frac{\gamma' e_m}{a}$	$1{,}3916\, \gamma' e_m L\, (1 - c^2)^{\mp \frac{1}{2}}$	

	Valor de	Abóbada parabólica	Abóbada elíptica	Abóbada circular
Abóbada de espessura constante.	M_v	$\frac{\gamma}{12} k H L^2 A$	O autor não indica as expressões finais relativas à abóbada elíptica, mas dá os elementos que permitem o seu cálculo.	$\frac{\gamma}{100} L^2 (4{,}6427\, h + 0{,}4356\, k H)$
	H_v	$\frac{\gamma}{12}\frac{L^2}{H}(6\, h - k H B)$		$\varepsilon L\, (0{,}5601\, h + 0{,}10\, k H)$
	M_h	$\varepsilon k H^2 \left[\left(e_o + \frac{h}{2}\right) A + \frac{2}{3} H C\right]$		$\frac{1}{100} k H \left[9{,}3282\, h e_o - 5{,}2203\, H\left(e_o + \frac{h}{2}\right) - 6{,}7865\, H^2\right]$
	H_h	$\varepsilon k \left[h e_o - H\left(e_o + \frac{h}{2}\right) B - \frac{2}{3} H D\right]$		$\varepsilon k \frac{H}{L}\left[1{,}1202\, h e_o + 1{,}1759\, H\left(e_o + \frac{h}{2}\right) + 0{,}7599\, H^2\right]$
	M_p	0		$0{,}09949\, \gamma' e_o L^2$
	H_p	$1{,}07 \frac{\gamma' e_o}{a}$		$1{,}1985\, \gamma' e_o L$

Quadro II — Túneis profundos

	Valor de	Abóbada parabólica	Abóbada elíptica	Abóbada circular
Abóbada de espessura variável segundo a lei $l \cos \alpha = cte$.	M_v	$-\frac{1}{140}\gamma k' H L^2$	$-\frac{\gamma}{100} L^2 (2{,}5769 f - 0{,}4518 k' H)$	Fazer nas expressões anteriores relativas à abóbada elíptica, $c = 0$
	H_v	$\frac{1}{14}\gamma \frac{L^2}{H}(7 f + k' H)$	$\gamma L' [0{,}6573 f + 0{,}0985 k' H] (1 - c^2)^{\mp 1/2}$	
	M_h	$-\frac{3}{7}\varepsilon H^2 \left[\frac{1}{5}\left(e_o + \frac{h}{2}\right) + \frac{4}{27} H\right]$	$-0{,}0522\, \varepsilon k H \left[h e_o - H\left(e_o + \frac{h}{2}\right) - H^2\right]$	
	H_h	$15\, \varepsilon \left[\frac{1}{15} h e_o + \frac{2}{35}\left(e_o +\right) H + \frac{2}{63} H^2\right]$	$\varepsilon k \frac{H}{L}\left[1{,}310\, h e_o + 1{,}1784\left(e_o + \frac{h}{2}\right) + 0{,}678 H^2\right](1 - c^2)^{\mp 1/2}$	
	M_p	0	$-0{,}06145\, \gamma' e_m L^2$	
	H_p	$1{,}07 \frac{\gamma' e_m}{a}$	$1{,}3916\, \gamma' e_m L (1 - c^2)^{\mp \frac{1}{2}}$	

	Valor de	Abóbada parabólica	Abóbada elíptica	Abóbada circular
Abóbada de espessura constante.	M_v	$\frac{\gamma}{12} k' H L^2 A$	O autor não indica as expressões finais relativas à abóbada elíptica, mas dá os elementos que permitem o seu cálculo.	$\frac{\gamma}{100} L^2 (4{,}6427 f + 0{,}4356 k' H)$
	H_v	$\frac{\gamma}{12}\frac{L^2}{H}(6 f - k' H B)$		$\varepsilon L (0{,}5601 f + 0{,}10 k' H)$
	M_h	$\varepsilon k H^2 \left[\left(e_o + \frac{h}{2}\right) A + \frac{2}{3} H C\right]$		$\frac{\varepsilon}{100} k H \left[9{,}3282\, h e_o - 5{,}2203 H\left(e_o + \frac{h}{2}\right) - 6{,}7865 H^2\right]$
	H_h	$\varepsilon k \left[h e_o - H\left(e_o + \frac{h}{2}\right) B = \frac{2}{3} H D\right]$		$\varepsilon k \frac{H}{L}\left[1{,}1202\, h e_o + 1{,}1759 H\left(e_o + \frac{h}{2}\right) + 0{,}7599 H^2\right]$
	M_p	0		$0{,}09949\, \gamma' e_o L^2$
	H_p	$1{,}07 \frac{\gamma' e_o}{a}$		$1{,}1985\, \gamma' e_o L$

$$M_p = -0{,}06145 \times 2.000 \times 0{,}46 \times 3{,}30^2 = -615 \text{ kgrm}$$

$$H_p = 1{,}3916 \times 2.000 \times 0{,}46 \times 3{,}30 \times 0{,}8639 = 3.649 \text{ kg}$$

Portanto é

$$M_0 = -10.016 - 615 + 6.140 = -4.491 \text{ kgrm}$$

$$H_0 = 69\,954 + 42.817 + 3.649 = +114.420 \text{ kg}$$

A tensão máxima de compressão é

$$\sigma = \frac{H_0}{20.000\, e_0}\left(1 + \frac{6\, M_0}{2\, H_0\, e_0}\right) = \frac{114.420}{20.000 \times 0{,}4}$$

$$\left(1 - \frac{6 \times 4.491}{2 \times 114.420 \times 0{,}4}\right) = 18{,}6 \text{ kg/cm}^2$$

Vê-se que, pelas expressões deduzidas, se acha uma impulsão mais elevada, porém mais centrada do que pelo método clássico; as tensões máximas são porém pràticamente iguais pelos dois processos. Noutros exemplos de cálculos que tivemos ocasião de resolver, constatámos o mesmo facto.

BIBLIOTECA

REFERÊNCIAS SOBRE LIVROS RECEBIDOS

C. D. 621.397

Television Explained, por *W. E. Miller*. Editor: Trader Publishing Co. Ltd. — Distribuidor Ilife & Sons — 112 páginas. Preço 5' — 1951 (4.ª edição).

Este livro pode constituir para estudantes de Telecomunicações uma introdução ao estudo de recepção de Televisão; para os «curiosos» dá indicações úteis, e, embora o leitor possa ter alguma dificuldade em seguir a explicação, ficará com boas ideias sobre o funcionamento do seu receptor e antena. Os rádiotécnicos encontrarão a explicação clara de muitos fenómenos seus conhecidos da prática. O livro é ilustrado com muitas fotografias e desenhos, numa linguagem não matemática que facilita a compreensão, tendo ainda a vantagem de familiarizar o leitor com termos técnicos ingleses de TV.

Num primeiro capítulo inclui os elementos necessários para a compreensão do funcionamento de antenas, bem como dados práticos aproximados para a construção dos seus tipos mais correntes. No segundo capítulo dá uma ideia de como é obtida a imagem, explicando com clareza a relação entre a largura da faixa do sinal a transmitir e a qualidade do sinal obtido. Noutros capítulos trata, primeiro esquemàticamente, e depois com pormenor, do funcionamento do circuito fundamental e das secções auxiliares dum receptor, incluindo a razão de ser do tubo de raios catódicos e dos circuitos auxiliares. Uma secção sobre as características necessárias da unidade de alimentação de energia em relação aos diferentes andares do receptor, e uma outra sobre instalação e manobra dos aparelhos completam este livro que, embora tratando só da TV a «preto e branco» usada em Inglaterra (B. B. C.), a compara com outros sistemas actuais.

A. Carvalho Fernandes

C. D. 535.42

Huygens Principle, por *Baker e Copson* — Oxford Cambridge Press.

Este livro faz o estudo matemático do princípio de Huygens na propagação das ondas luminosas e sonoras, monocromáticas de pequena amplitude. Como aplicação, analisa os casos de difracção por um écran opaco e por um écran perfeitamente reflector.

Depois de mostrar que o princípio de Huygens não é modernamente tratado como uma transformação de contacto, e porquê, passa, dentro do primeiro capítulo, ao tratamento actual do problema da propagação das referidas ondas, terminando pela análise da solução, dada por Marcel Riesz, para a equação de propagação de ondas cilíndricas.

Nos segundo e quarto capítulos apresenta as teorias da difracção segundo Kirchoff, Sommerfeld e, ainda, Kottler, referindo-se à deste último apenas no problema do écran opaco.

No terceiro capítulo estuda-se o problema geral do princípio de Huygens para as ondas electromagnéticas apresentado segundo a formulação devida a Kottler, com uma aplicação à difracção por um écran opaco.

Num quinto e último capítulo (surgido em segunda edição), faz-se a análise do problema da difracção por um écran plano nos moldes da teoria das equações integrais, para impulsos sonoros e electromagnéticos.

C. D. 621.385

Radio Valve Data — Publicado por Ilife & Sons para a Wireless World. 80 páginas, preço 3'6 net — 1951.

É um catálogo inglês contendo características de 2.000 válvulas tipo Europeu e Americano. Sem curvas características, fornece, no entanto, as indicações necessárias às aplicações correntes.

Dentro de cada classe de válvulas, estas estão dispostas por ordem alfabética do fabricante.

C. D. 621.74

Die-Casting Dies (Parte 3.ª) — The Machinery Publishing Co., Ltd., Londres — 66 páginas, preço 3'6 — 1951.

Este livro é o n.º 4 E da colecção Machinery's Yellow Back Series. Independente dos outros volumes da mesma colecção, trata das precauções a ter com o fecho dos moldes de fundição, vazamento do metal em fusão e abertura dos moldes. Refere-se também ao fabrico de moldações que permitem obter de uma só vez, e sem necessidade de destruir parte do molde, peças de formas relativamente complicadas.

O habitual índice remissivo completa este livro profusamente ilustrado.

Recebemos também:

C. D. 621.327.3

Modern Fluorescent Lighting, por *A. D. S. Atkinson* — Editor Newnes, Ltd., Londres — 159 págs., preço 15' net.

Do qual publicaremos no próximo número uma crítica desenvolvida.

PERFEITO EQUILÍBRIO

— outra razão para escolher a marca

GARDNER-DENVER

Os perfuradores de paragem automática Gardner-Denver são notáveis pelo seu perfeito equilíbrio. A distribuição cuidadosa do seu peso torna o seu manejo mais fácil e de maior segurança. A perfeita coordenação entre a acção de martelar e a pressão fornecida assegura uma perfuração mais rápida.

Eis uma das muitas razões por que V. terá toda a vantagem em incluir nos seus planos futuros as bombas, os compressores, os perfuradores de rocha e outros equipamentos pneumáticos da marca Gardner-Denver.

Peça-nos informações pormenorizadas, ou consulte os nossos representantes. É possível que eles possam fornecer o equipamento Gardner-Denver, que V. precisa, mais depressa do que julga.

Os perfuradores de paragem automática Gardner-Denver são apresentados em dois tamanhos — o RB 104, para perfurações difíceis, e o RB 94 de 100 lbs.-peso.

REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA PORTUGAL:

CASTOR LAORDEN BESGA

Rua D. Filipa de Vilhena, 6-D, 6-E

LISBOA

DESDE 1859

GARDNER-DENVER

Gardner-Denver Company, Export Division: 233 Broadway, New York 7, N. Y., U. S. A.
Gardner-Denver Company, Quincy, Illinois, U. S. A.

COMPRESSORES, BOMBAS E PERFURADORES DE ROCHA DE PRIMEIRA QUALIDADE

REVISTAS

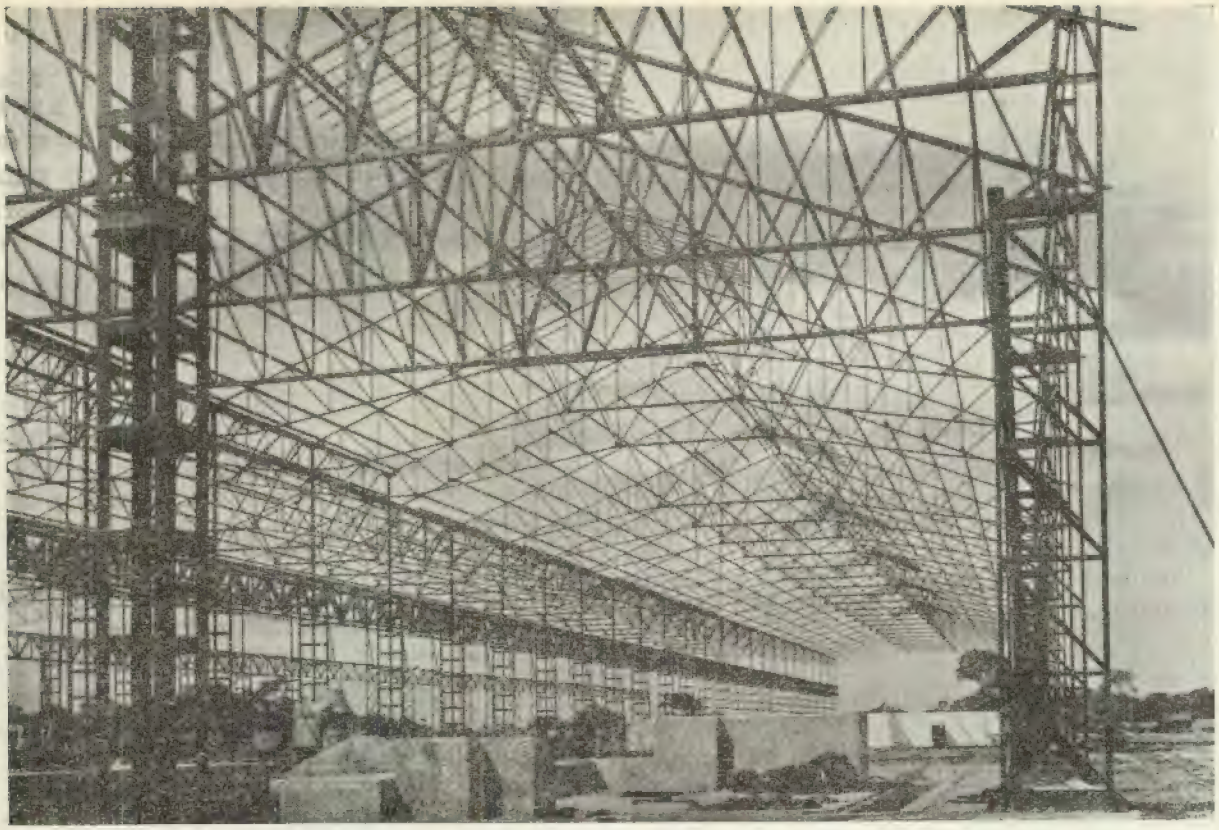
RECEBIDAS

C. D.

Acta Mathematica — Tomo I, fasc. 2-4 — Tomo II, fasc. 1-2 51
Acta Physica — Vol. I, n.º 2 53
Acta Technica — Vol, I — 3 — Vol. II — 1 62
Actividade Económica de Angola, n.ºs 28-29 . . 31:38
Agronomia Lusitana — N.º 4, 1949, n.º 1, 1950, n.º 1, 1951 63
Agros, n.ºs 4, 5, 6 — 1951 63
Aircraft Engineering, n.ºs 273 a 277 . . . . . 629.13
Anais do Club Militar Naval, 1951, n.ºs 1 a 7, 9, 1952, n.ºs 1, 2 623
Anales de Mecanica y Electricidad, n.ºs 213, 214 . . 621
Análise, n.º 29 . . . . . 016:53/54+62
Arcos, n.ºs 122, 123 . . . . . 621.79.052
Arquitecto Construtor (El), n.ºs 714, 715 72
Arquitectura Portuguesa, n.º 165 72
Asea Journal — 1951, n.ºs 8-12; 1952, n.ºs 1-2 . . 621.3
Asea Revue, n.º 6, 1951, n.º 1, 1952 . . . . . 621.3
Atti notizie, 1951, n.ºs 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 669
Boletim da C. P., n.º 271 . . . . . 656.2
The Aeroplane, n.ºs 2100 a 2120, 2122 . . . . 629.13
Bol. Cultural da Guiné Portuguesa, n.ºs 21-22 7/9 (665.8)
Boletim da Junta de Exportação de Angola, n.ºs 21, 22. 23, 24, 25, 26 . . . . . 382.6 (673)
Bol. da Junta Nacional da Cortiça, 156 a 160 634.985.5
Bol. Mensal de Informação «Laboratório de Engenharia Civil, n.ºs 29 a 33 . . . . . 025.45:016:624 + 66 69
Boletim da Sociedade de Estudos da Colónia de Moçambique, n.ºs 68, 69, 70, 71 . . . . . 7/9 (679)
Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa, n.ºs 7-8 9-10, 11-12 (1951) 91.0
Britain To-day, n.º 188 . . . . . (05) (42)
Brotéria, vol. LIII, n.º 5-6; vol. LIV, n.ºs 1, 2 1/3+7/8
Building Digest, n.ºs 11, 12, 1951; 1, 2, 3, 1952 . . . 72
Bulletin du Congrès des Chemins de Fer n.ºs 1-2, 1951; n.ºs 11-12, 1952 385
Bulletin Oerlikon, n.ºs 286, 287, 288 . . . . . 621.3
Bulletin Technique de la Suisse Romande, n.ºs 22 a 26, 1951; 1 a 6, 1952 . . . . 624/628+72
Cemento y Hormigón, n.ºs 212, 214, 215 . . . . 666.9
Chronique des Mines Coloniales (La), n.ºs 183 a 187 622
Ciencia y Tecnica, n.ºs 593, 594, 595, 596, 597 62+66/69
Civil Engineering, n.ºs 545, 546, 547, 548, 549 . . 624/628
Compressed Air Magazine — n.ºs 10 a 12, 1951; n.ºs 1 e 2, 1952 . . . . . 621.5
Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, tomo XXXI, 1950; suplemento ao tomo XXX . . 55 (469)
Le Courrier, n.ºs 11-12 3
Dyna, n.ºs 10, 11, 12, 1951; 1, 2, 1952 . . . . 62+66/69
Economia e Finanças (Anais do ISCEF), vol. XVIII, 1950; vol. XIX, 1951 . . . 330.(05):378
Electricité, n.ºs 176, 177, 178, 179, 180 . . . . . 621.3
Electrical Communication, n.ºs 3-4, 1951 . . . . 621.39
L'Elettrotecnica, 8, 8 bis, 9 a 12, 1951 . . . . . 621.3

C. D.

Energie, n.ºs 109, 110 . . . . . 621.3
Engenharia, n.ºs 109 a 112 . . . . . 62/69
Engenheiro Westinghouse (O) — 12-1951; 2-1952 621.3
Engineering, n.ºs 4474 a 4494 . . . . . 62+66/69
Estatística Industrial, 1950 . . . . . 31:338
Estudos (C A D C), n.ºs 302, 303 . . . . . 1/2+8
Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, vol. VI, 1950 622
Euclides, n.ºs 125, 126, 127 . . . . . 5+6
Excavating Engineer, n.ºs 11, 12, 1951; 1, 2, 1952 624.13
The Flying Red Horse, n.º 1, 1952 665
Gazeta dos Cam. de Ferro, n.ºs 1533 a 1540 e 1542 385
Gazeta de Física, vol. II' n.º 7 53
Gazeta de Normalização, n.ºs 9 e 10 . . . . 389.6(469)
Houille Blanche (La) — 1951 n.º 4 . . . . . 626/627
Indústria do Norte (A), n.ºs 381-382 . . . . 62+666/9
Indústria Portuguesa, n.ºs 284 a 288 . . . . 62+66/69
Ingenieria (La), n.ºs 913 a 916 . . . . . 62+66/69
Informes de la Construccion, n.ºs 33 a 37 . . 624/628
Informaciones Iram — 1951, n.ºs 2 e 3 . . . . . 389.6
Industrie des Plastiques Modernes, n.º 9, 1951; 1, 2, 3, 1952 . . . . . 679.5
Ion, n.ºs 123 a 125 e 127 66
Medecina-Veterinária, 1950, XII 619
Máquinas e Metais, n.ºs 70, 72 . . . . . 621.9+546.3
Marelli, n.ºs 1-12, 1950; 1-6, 7-12, 1951 621
Mensário das Casas do Povo, n.ºs 65 a 69 . . (05) (061)
Metallurgia, n.ºs 264 a 267 e 269 669
Metallurgia Italiana (La), n.ºs 10, 11, 12, 1951; 2, 1952 669
Neptuno, n.º 196 387
Ossature metalique (L'), n.ºs 11-12, 1951; 1, 2, 3, 1952 . . . . . 624.014
Philips Industrie, n.ºs 12-13 . . . . . 621.3
Portucale, n.ºs 1-2, 1952 . . . . . 1/3+7/8
Procedings of the Institution of Electrical Engineers n.ºs 114, 115, 116 . . . . . 621.3
Rádio Jornal, n.ºs 9-10 . . . . . 621.396/7
R. A. E., n.º 23 . . . . . 628.3
Recherche Aéronautique (La), n.ºs 24, 25 . . . 629.13
Relatório da Administração Geral do Porto de Lisboa, volume I (1950) 31:351.82
Revista de Artilharia, n.ºs 316 a 320 623
Revista de Caminos, 1951 (3.º e 4.º trimestres) . . 625
Revista do Clube de Engenharia, n.ºs 180-181 62+66/69
Revista Danfoss, n.ºs 3, 4, 1950; 1, 2, 1952 . . 621 (05)
Revista de Economia, 12-1951 3
Rev. Electrotecnica, n.ºs 10, 11, 12, 1951; 1, 1952 621.39
Revista da Escola de Minas — Ouro Preto — Brasil n.ºs 2, 3, 4 (1951) 622
Revista Industrial y Fabril, n.º 60, 61, 62, 64 62+66/69
Revista Municipal de Engenharia, n.ºs 3-4, 1951 624/628
Rev. de Obras Publicas, n.ºs 2839, 40 e 2842, 43 624/628
Rev. da Ordem dos Engenheiros, n.ºs 93 a 96 62+66/69
Revista Politecnica, n.ºs 162-163 . . . . . 62+66/69



Vista da nave das máquinas das instalações da Lusalite em África
Executada pela OMES, Lusitana (Antiga OMES)

Executada por

OMES

OBRAS METÁLICAS ELECTRO-SOLDADAS, L.DA

Nesta oficina executam-se também os seguintes outros trabalhos:

Reservatórios, estruturas metálicas para aparelhos de elevação, postes metálicos, condutas metálicas, pontes metálicas, etc.

Sede:

Avenida Infante D. Henrique — Talhão 10

Telef. 3 9008

L I S B O A

C. D.

Revista do Sindicato Nacional dos Engenheiros Auxiliares e Agentes Técnicos de Engenharia, n.os 61 a 70 . . . . . 62+66/69
Revue Brown Boveri, n.os 5-6, 7-8, 9-10, 1951 . . 621.3
Revue du Nickel, n.º 4, 1951; n.º 1, 1951 . . . . 669.24
Revue Technique Sulzer, n.º 3, 1951 . . . . . 621.3
Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali, n.os 4 e 5, 1951 . . . . . 526 (45)

C. D.

Science et Vie, nº 403 a 414 . . . . . 5+6
Seara Nova, n.os 1234 a 1245 . . . . . 3+7/8
Suissa Tecnica, 1, 3, 1951 . . . . . 62+66/69
Técnica Brow-Boveri, n.º 4, 1951 . . . . . 621.3
Universidad de San Carlos, n.os 19-20, 1950 . . 378(062)
Urbanisme, n.os 7-8, 9-10, 1951 711
Vértice, n.os 98, 99, 101, 102, 103 . . . . . 1/3+7/8

FICHEIRO

LIVROS

C. D. 54:3

O domínio de actividade da química moderna — *Alves, Luís A. de Almeida.*

Instituto Superior Técnico (Técnica), 1951, vol. 1, págs. 17.

C. D. 62/69 (673)

O desenvolvimento da Indústria em Angola — *António Teixeira Lopes.*

Boletim da Associação Industrial de Angola, 1950. vol. 1, págs. 7.

C. D. 621.137:658.8.03

Aplicação da teoria da venda ao preço de custo marginal no estudo duma tarifa de baixa tensão — *Barros, Paulo.*

Separata da Técnica, 1951, vol. 1, pág. 12.

C. D. 621.327.932.18

Photographic Use of Electrical Discharge Flashtubes — *Harold E. Edgerton.*

Journal of the Optical Society of America, 23-4-946, vol. 36, págs. 10.

C. D. 621.773(02)

Manual do Torneiro (38.ª edição).

South Bend Lathe Works, 1948, vol. 1, págs. 127.

Contém numerosas fotografias.

C. D. 625.8.09 (04)

Relatório Geral da 1.ª Secção — Construção e conservação — do IX Congresso — Lisboa 1951 — *Salles Henriques, António Coelho.*

Associação Internacional Permanente dos Congressos da Estrada, 1951, vol. 1, págs. 40.

1.ª Questão: Progresso verificado desde o Congresso de Haia quanto a:

A) Emprego nos pavimentos de estradas e pistas de aviação de cimentos e outros materiais.

B) Preparação e utilização para esses pavimentos e pistas de materiais plásticos.

C. D. 625.852.0014

Os asfaltos de Angola na pavimentação.

IX Congresso Internacional de Estradas, 9-951, vol. 1, págs. 16.

C. D. 628 (4) = 2+4

First Seminar for European Sanitary Engineers.

The World Health Organisation, Palais des Nations, Geneve, 1951, vol. 1, págs. 244.

Reunião efectuada em Haia de 27 de Novembro a 2 de Dezembro de 1950.

Consta de: Descrição das Actividades da Engenharia Sanitária em vários países europeus; Assuntos apresentados pelos vários delegados e sua discussão; conclusões tiradas após as reuniões.

C. D. 628.1 (469) Lisboa

Abastecimento de água à cidade de Lisboa — *Alves, João Carlos.*

Comissão de Fiscalização das O. A. A. à cidade de Lisboa, 12-946, vol. 1, págs. 23.

Conferência feita pelo autor na Sessão Solene de Encerramento da Exposição Cultural relativa ao Aqueduto das Águas Livres.

C. D. 668.45:003

A exportação de produtos resinosos — *Costa, José Eduardo Dias.*

Edição do Autor, 12-946, vol. 1, págs. 18.

C. D. 669.245

Les alliages ligers renferment du Nichel — *Bastien, M. Paul.*

Centre d'Information du Nickel, 12-946, vol. 1, págs. 8.

ARTIGOS DE REVISTAS

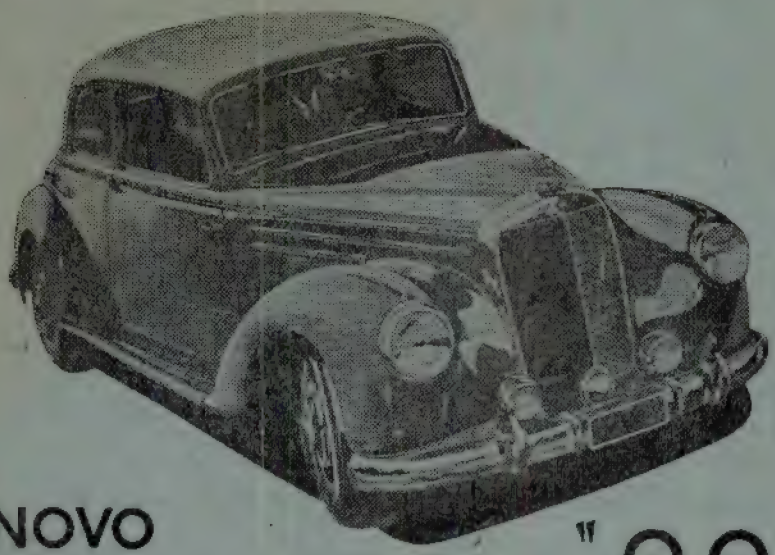
C. D. 385

L'avenir des Chemins de Fer — *Ir. F. Q. Hollander.*

Bulletin du Congrès de Chemins de Fer, 6-951, vol. 28, n.º 6, págs. 358-375.

Com quadros e gráficos.

MERCEDES-BENZ



UM NOVO MODELO...

...o "220"

6 CILINDROS COM 2.195 C. C. DE CELINDRADA
VÁLVULAS E VEIOS DE COMANDOS NA CABEÇA
4 VELOCIDADES, TODAS SINCRONIZADAS, COM
ALAVANCA NA COLUNA DA DIRECÇÃO
SUSPENSÃO INDEPENDENTE DAS 4 RODAS
POR MOLAS HELICOIDAIS
CONSUMO DE 11 LITROS AOS 100 KMS.

ACELERAÇÃO RÁPIDA • ALTA VELOCIDADE
CONFORTO INCOMPARÁVEL

•

C. SANTOS LDA.

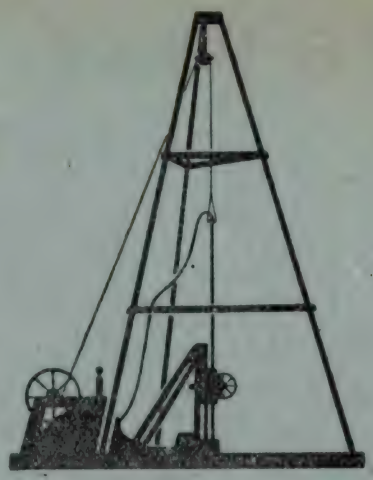
29, AV. DA LIBERDADE, 41 LISBOA

ETP

PORTO
160 – R. DE SANTA CATARINA — 168

COIMBRA
AV. FERNÃO DE MAGALHÃES, MR

AGENTES EM TODO O PAÍS



RODIO

As melhores referências
no país e no estrangeiro

SONDAGENS RODIO, Limitada

Sondagens geológicas, estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geotécnico

Pesquisas de água.

Consolidação e impermeabilização de terrenos e de obras por meio de injecções de cimento, produtos químicos, argila activada, emulsão betuminosa Shellperm, etc.

Estacas de betão armado, sistema **Ródio** moldadas no solo sem trepidações.

Rebocos comprimidos por «**cement gun**»

Fundações em terrenos difíceis quer por congelação artificial, quer por abaixamento do lençol de água.

Sócio gerente residente em Portugal:
Walter Weyermann, Eng. civil

R. S. Mamede ao Caldas, 22, 3.° — LISBOA

Tel. 2 8685

CIBRA

CIMENTOS PORTLAND BRANCOS

PATAIAS LUSO

Bons entre os melhores

PARA ACABAMENTOS

PEDRA ARTIFICIAL E MOSAICOS

TRABALHOS MARÍTIMOS

PISTAS E FAIXAS DE ROLAGEM

OBRAS DE RESPONSABILIDADE

Rua do Instituto Industrial 18, 2.° — LISBOA

TELEFONES 66186/7/8

Alfa Romeo

CAMPEÃO DO MUNDO

APRESENTA

A NOVA SÉRIE DOS SEUS PRODUTOS

1900

Berlina normal
Coupé C. Touring
Cabriolet C. Pinin Farina
Cabriolet L. Stab Farina

2500

Flecha de ouro
Berlina Pinin Farina
Grande turismo (3 Carb.)
Cabriolet touring

RECORDA

Os camiões tipo 450 e 900 de média e grande carga.
Os autocarros 450 a e 900 a para serviços turísticos, os troley-bus, motores de aviação, marítimos e industriais, grupo electrogéneos, os perfilados e asas de ligas leves.

ALFA ROMEO
Direcção e escritórios:
MILÃO — RUA M. U. TRAIANO, 33

PNEUS PIRELLI

FÁBRICA DE PORCELANA DA VISTA ALEGRE, L.DA

Fundada em 1824
POR
José Ferreira Pinto Basto

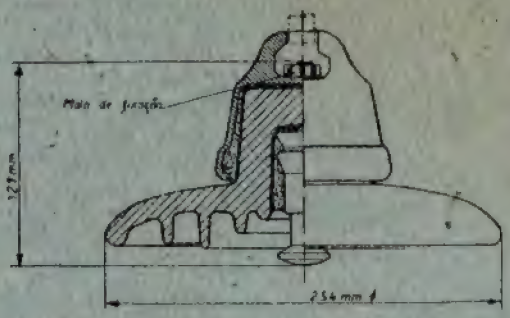
ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos

Peso aproximado:
4,3 kg cada elemento



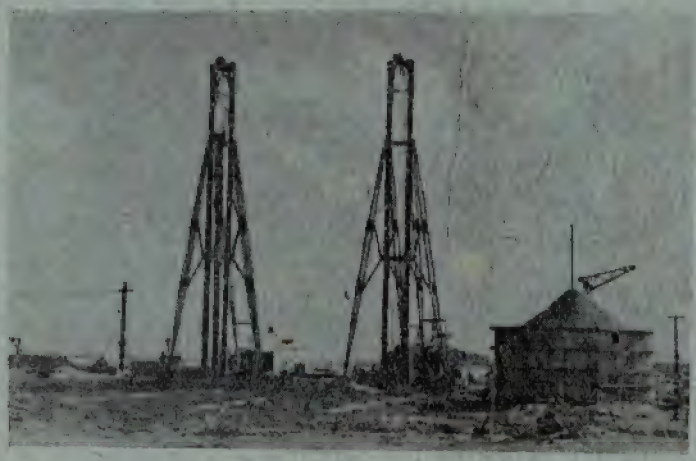
Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Lisboa — Sede: Largo da Biblioteca 17 — **Fábrica em Ílhavo — Aveiro**
Depósitos: Lisboa — Largo do Chiado 18 — **Rua Cândido Reis, 118 — Porto**

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, LIMITADA

PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13, 3.º — LISBOA — Telefone 2 2344



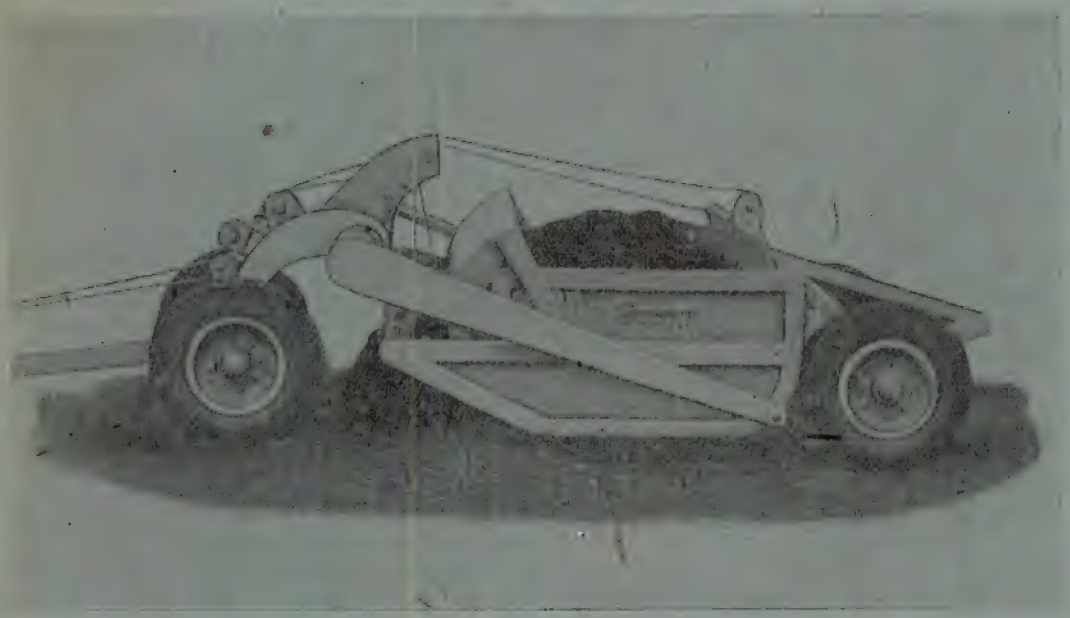
Execução de estacas moldadas no terreno para fundação de um Silo Parabólico da C. U. Fabril, no Barreiro

FUNDAÇÕES
BETÃO ARMADO
OBRAS PÚBLICAS

"FIAT"

Tractores e Máquinas de movimentação de terras:

SCRAPERS
BULLDOZERS
RIPPERS
CILINDROS PÉS DE CARNEIRO



EQUIPES COMPLETAS PARA ENTREGA IMEDIATA

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

Rua Cascais, 47 (Alcântara) — LISBOA

Telef. 37083

PORTO — LUANDA

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

Diferenciais eléctricos «**SWF**» de todos os tipos e para todas as aplicações

Bombas centrífugas, compressores e bombas de vácuo «**Klein, Schanzlin** e **Becker**»

Motores a óleos pesados «**SKODA**»

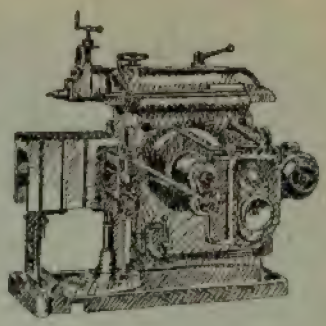
Tractores e debulhadoras «**LANZ**»

Fornos a óleos pesados e eléctricos «**Ruppmann**»

Transportadores aéreos

Máquinas para Caminho de Ferro «**Froriep**»

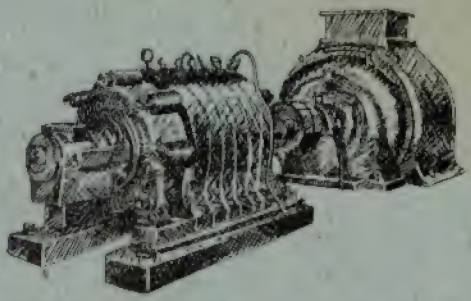
ETC.



Máquinas de soldar, eléctricas e a autogéneo

—

Ferramentas de precisão



Ferramentas eléctricas portáteis

Material para garagens e estações de serviço «**ATI**»

—

Aços finos "Roechling"

O maior depósito de máquinas, novas, do País

MÁQUINAS DE PRECISÃO, L.DA

(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

RUA DA BOA VISTA, 45-49, 1.º — LISBOA — TEL. 6 6086

"GREY"

Vigas e Ferros T

Agentes exclusivos para Portugal e Colónias Portuguesas

NOGUEIRA LIMITADA

LISBOA

107 — R. dos Douradores

Tel. 21381 — 21382 — 30655

PORTO

136 — Rua do Almada

Tel. 27167

SOPECATE

Sondagens e Fundações

Director Técnico

Eng.º Mello Gouveia

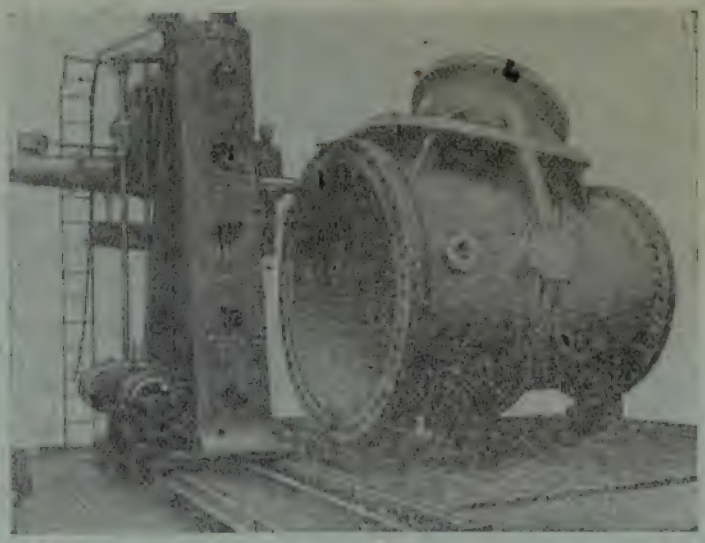
Rua do Arsenal, n.º 146-2. Esq.º

Telefone 34010 LISBOA

Ponte Praça de Aveiro — Detalhe de uma das máquinas para estacas moldadas.

Trabalhos para a Direcção de Pontes da J. A. E.

escreve para todos em todo o mundo
ST.
Everest
máquinas de escrever e de calcular
AGENTES EXCLUSIVOS PARA PORTUGAL:
Agência Comercial Sueca, L.da — R. dos Fanqueiros, 250, 2.º E. — LISBOA
TEL. 20353 — 32903
SERIO S. p. A. - MILANO
STABILIMENTI A CREMA



Conduta forçada de Dixcence (Suiça)

Produção

Publicità G-U (1749)

meio século de experiência
e progresso no projecto
e fabricação de condutas forçadas
para
aproveitamentos hidroeléctricos

ACCIAIERIA E TUBIFICIO DI BRESCIA

Oficina Técnica de Estudos e Instalações Industriais

O. T. E. I.

Gabinete de estudos dos

"Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi"

«A. C. E. C.»

(Representados em Portugal por Nogueira, L.da)

Estudos electro-mecânicos de

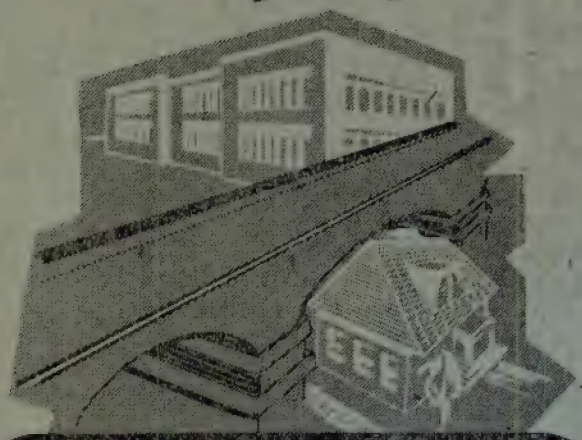
Centrais Hidráulicas e Térmicas, Subestações de Transformação, Linhas de Alta e Baixa Tensão, Instalações Industriais ou Fabris, Estações de Bombagem, Instalações em Minas, etc.

por técnicos nacionais e estrangeiros

Sede: Rua Rodrigo da Fonseca, 76 - 1.° E.

Telegramas OTEI — Lisboa Telefone 55317

Em qualquer construção



O Material RUBEROID

O primeiro e ainda o melhor
(inventado em 1891)

Garantido por mais de 50 anos de experiência em todos os climas do mundo

Escolhido para

Hospital Escolar de Lisboa
Hospital Escolar do Porto
Barragem do Castelo do Bode
Palácio Atlântico — Porto

RUBEROID A IMPERMEABILIZAÇÃO PERFEITA

REPRESENTANTES EM PORTUGAL E COLÓNIAS

LEACOCK · LISBOA · L.DA AV. 24 DE JULHO, 16 - TEL. 61127/8

Sociedade Metropolitana e Colonial de Construções, L.da

SOMEC

R. da Madalena, 163 — Lisboa Telefone 32795/6

Sondagens
Fundações
Betão armado
Trabalhos marítimos
Túneis

no Continente e Ultramar

Oficina e Laboratórios

do

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDES, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO de ELECTROTECNICA, fornecem todo o género de material escolar de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA-ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público.

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

Companhia Portuguesa de Fundações e Sondagens, L.da

(FUNSON)

Concessionários das "Patentes François"

Impermeabilização de barragens, depósitos, túneis, etc.

Profundação de poços e perfuração de galerias.

Sondagens a percussão e rotação, captação de águas e furos artesianos.

Estacaria «FRANÇOIS» de betão e injectados.

Análises por métodos geofísicos.

Injecções de argamassa Coloidal «*Colgroul*» e «*Colcrete*»

Calçada do Combro, 32-2.° Dt.° — Telef. 21583 - LISBOA

UMA NOVIDADE EM PORTUGAL
SNRS.
EMPREITEIROS
LAVRADORES
INDUSTRIAIS
ARMADORES
OS VOSSOS MOTORES PEGARÃO AGORA E COM A MAIOR FACILIDADE POR MAIS FRIOS QUE ESTEJAM SEM AUXÍLIO DE BATERIAS OU AR COMPRIMIDO
ARRANCA EM 1/4 DE VOLTA
ARRANCADORES
HIDRÁULICOS
BERGER
O MAIS MODERNO SISTEMA DE ARRANQUE
PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA
PEÇA UMA DEMONSTRAÇÃO EM
MINASTELA, LDA
RUA ALEXANDRE HERCULANO, 11-F • LISBOA

APARELHOS DE MEDIDA

CHAUVIN ARNOUX & C.IE

TINTAS E VERNIZES

BITULAC, L.TD

CARVÕES DE ARCO PARA CINEMA
E FOTOGRAVURA

S.TE LE CARBONE LORRAINE

ELECTRODOS E TODOS OS ACESSÓRIOS
PARA SOLDADURA ELECTRICA

ARCOS

CONSULTAR:

J. ROMA, L.DA

PRAÇA DA FIGUEIRA, 12 — LISBOA

Telefone 3 3133

INGERSOLL—RAND, L.DA

Compressores — Material para minas

Ferramentas Pneumàticas

Bombas centrifugas — Guinchos eléctricos e a ar comprimido

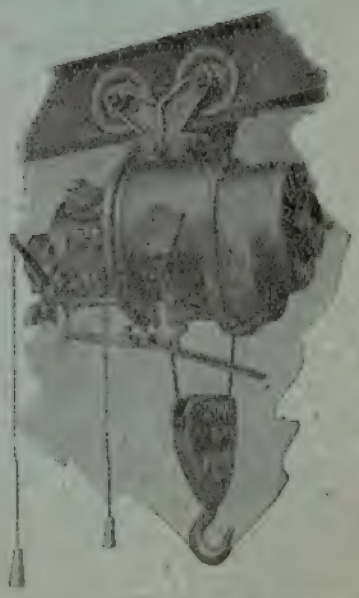
Condensadores de vapor — Motores «Diesel»

Equipamentos de refrigeração

Largo do Corpo Santo, 28-2.º

LISBOA

Telef. { 2 3212 / 2 9671 } Teleg. INGERSOLL



Nas Colónias
METROCOL, LDA.
LUANDA

Para equipamento de garagem
C. SANTOS, LDA.
LISBOA PORTO COIMBRA

FORNOS ELÉCTRICOS PARA TRATAMENTOS TÉRMICOS

Os fornos BIRLEC são usados extensivamente nas importantes indústrias de máquinas e metais em todo o mundo, permitindo um tratamento térmico preciso, uniforme e económico, incluindo: —

Temperar e revenir ferramentas e peças na grande produção.
Recozer chapas, fita, arame, etc., sem oxidação.
Tratamento de aluminio e ligas leves.
Cementar por carburização, cianidização e nitrificação.
Soldar cobre e prata.
Tratamento térmico de lingotes não-ferrosos para laminagem e extrusão.
Aquecimento por indução a alta frequência para todos os fins.

Fornos especiais, tipo transportador para grandes produções

B I R L E C L I M I T E D

Agentes:

AHLERS, LINDLEY, L.DA

Rua do Ferregial de Baixo, 33-2.º — LISBOA

Telef. 21321/4

Agentes para os fornos eléctricos de fundição:

GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA, S. A. R. L.

Rua do Norte, 5 — LISBOA

Telef. 28135/6

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

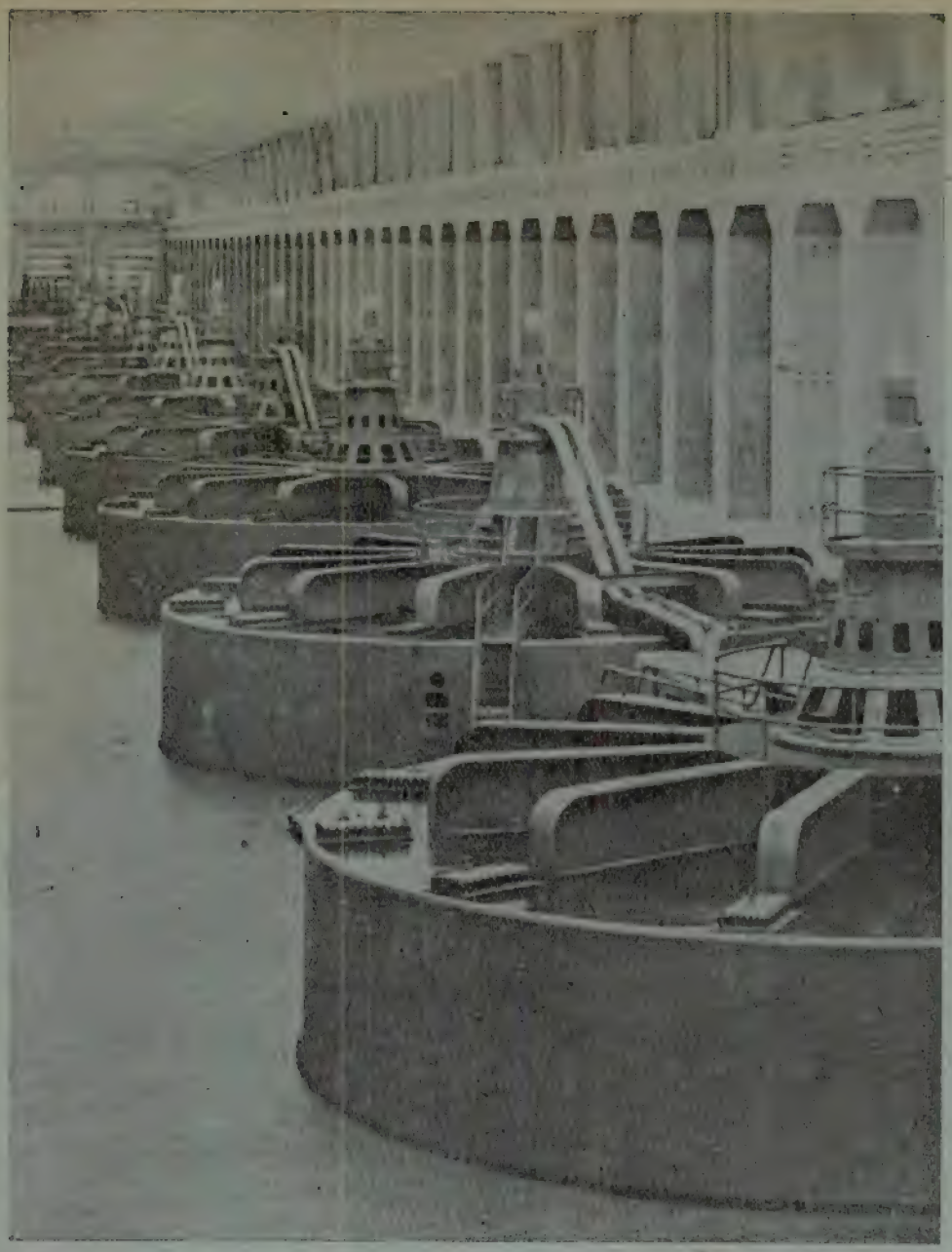
Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLÍNICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57
Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84



A GENERAL ELECTRIC NO CAMPO DA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA

Central Hidro-Eléctrica contendo 10 grupos com alternadores verticais GENERAL ELECTRIC de 60 000 KVA, cada, instalada na barragem de Bonneville, no Rio Columbia, Estado de Oregon, E. U. A.

GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, S. A. R. L.

LISBOA
Rua do Norte, 5

FILIAL NO PORTO
R. Sá da Bandeira, 585

Fábrica Nacional de Condutores Eléctricos, L.da

VENDA NOVA — AMADORA

CONDUTORES ELÉCTRICOS

CEL

Fabricados pela indústria nacional segundo as Normas de segurança das instalações de Baixa Tensão

CONCESSIONÁRIOS GERAIS:

SODIL — Sociedade Distribuidora, L.da

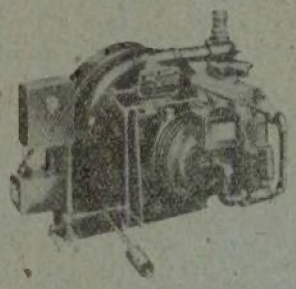
R. NOVA DA TRINDADE, 15-C

LISBOA

CASA CAPUCHO

FUNDADA EM 1850

Instalações de aquecimento
Ventilação



Representante da Ray Oil Burner

com queimadores de todos os tipos domésticos e industriais podendo debitar horàriamente até 1050 kg de combustível. Extremamente económicos, trabalhando os industriais por atomisação em rotação e não necessitando de desmontagem para a sua limpesa

Consultas e orçamentos grátis em

Lisboa — Rua de S. Paulo, 125

Porto — Rua Mousinho da Silveira, 143

EDUARDO GOMES CARDOSO, SUC.RES

CONSTRUTORES MECÂNICOS

AV. 24 DE JULHO, 26 — LISBOA

ENDER. TEL. EDCARD — TELEFONE 6 0239

Máquinas para a Indústria Corticeira

Máquinas para a Indústria de Conservas

Geradores de gaz pobre para lenhas, desperdícios de madeiras, antracites, carvões vegetais e casca de arroz

Bombas: Centrífugas e rotativas

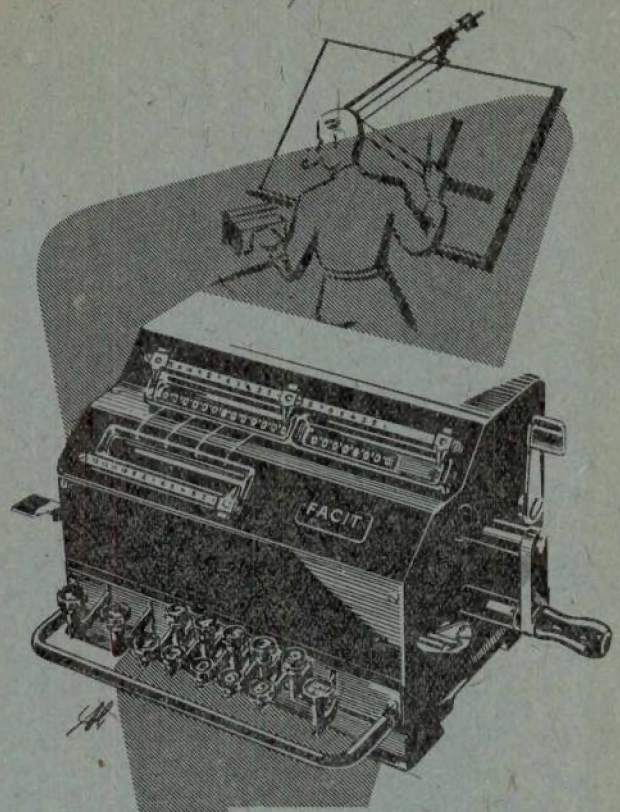
Transmissões: Veios, uniões, rígidas e de fricção (embraiagens) redutores de velocidade, chumaceiras de rolamentos esféricos, automáticas e de tipo Sellers

Soldaduras: Eléctricas e a Autogéneo

Construções e reparações mecânicas

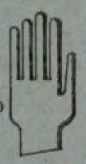
Desenhos e orçamentos

EXACTIDÃO DE CALCULOS



Engenheiros, arquitectos, construtores, enfim, todos aqueles que têm necessidade de calculos rigorosos, preferem a FACIT.

FACIT



TODOS OS ALGARISMOS NOS DEDOS DUMA SÓ MÃO

SOC. COM. LUSO-AMERICANA, LDA.

LISBOA • RUA DA PRATA, 145 • TELEFONE 23052

PORTO • RUA SÁ DA BANDEIRA, 339 • TELEFONE 22248

L. M. ERICSSON

STOCKHOLM SUÉCIA

- INSTALAÇÕES TELEFÓNICAS DE TODOS OS SISTEMAS
- SISTEMAS TELEFÓNICOS POR ALTA FREQUÊNCIA
- SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO
- INSTALAÇÕES DE VIGILANCIA E DE CONTROLE A DISTANCIA
- SISTEMAS DE RADIOCOMUNICAÇÕES E SONORIZAÇÃO, RECEPTORES
- INSTRUMENTOS DE MEDIDA E CONTADORES ELÉCTRICOS
- PRENSAS HIDRÁULICAS E MÁQUINAS PARA ENSAIO DE MATERIAIS
- CONDENSADORES PARA CORRIGIR O FACTOR DE POTÊNCIA
- MOTORES ELÉCTRICOS
- DIVERSA APARELHAGEM TELEFÓNICA E ELÉCTRICA
- FIOS E CABOS TELEFÓNICOS E ELÉCTRICOS

Agentes Gerais em Portugal:

SOCIEDADE HERRMANN L.DA

Calçada do Lavra, 6 — LISBOA

Telefones { **2 3168** / **2 3169** } **Telegramas: LAVRA**

Oficina de construção e reparação de material telefónico e eléctrico

Emprêsa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

RUA DA BETESGA, 57. 3.º
TELEF. 3 2774

LISBOA

SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

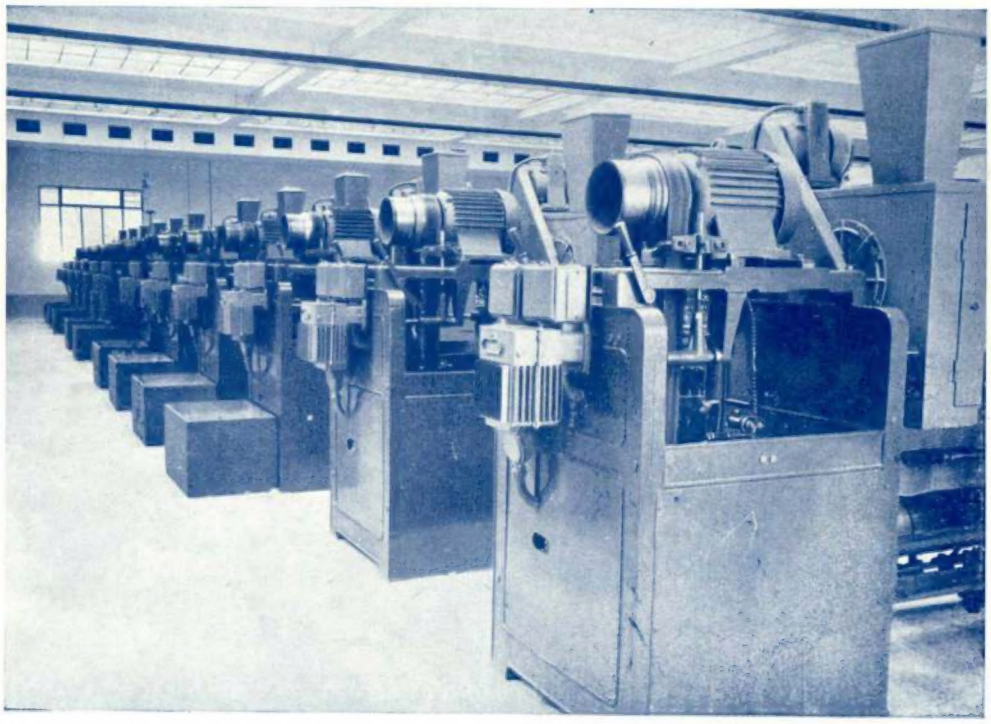
BADEN (SUISSA)

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Praça de D. João I, 25, 3.º Dir. // PORTO // Tel. 2 411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminho de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diesel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, Material de alta frequência, Telegrafia, Telefonia, Telecomando, etc.



Accionamento de contínuos de fiar algodão, com motores de rotor em curto-circuito e arranque especialmente suave, na Fábrica de Mindelo